

COMM. INST. ENTOM
— LIBRARY —

No. S.N. 11885/1

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ZOOLOGIE

In Verbindung mit

Günther Becker, Berlin; Kurt Becker, Berlin; Hellmuth Gäbler,
Eberswalde; Karl Gösswald, Würzburg; Bruno Götz, Freiburg
i. Breisgau; Bruno Harms, Berlin; Albrecht Hase, Berlin; Erich
Kirchberg, Berlin; Friedrich Lenz, Plön; Erich Martini,
Hamburg; Karl Mayer, Berlin; Gerd Poetschke, München; Werner
Reichmuth, Berlin; Karl Strenzke, Wilhelmshaven; Wolfgang
Tischler, Kiel; Herbert Weidner, Hamburg; Fritz Weyer, Hamburg;
Fritz Zumpt, Johannesburg,

herausgegeben von

HEINRICH KEMPER
Berlin-Dahlem

43. Jahrgang 1956



D U N C K E R & H U M B L O T / B E R L I N

Die Zeitschrift erschien bis zum 41. Jahrgang 1954 unter dem Titel
Zeitschrift für hygienische Zoologie und Schädlingsbekämpfung

Alle Rechte vorbehalten.

Für die Redaktion verantwortlich: Prof. Dr. H. Kemper, Berlin-Dahlem, Archivstraße 15 a.

Verlag: Duncker & Humblot, Berlin-Lichterfelde, Geranienstraße 2.

Druck: Buchdruckerei Richard Schröter, Berlin SW 29, Gneisenaustraße 66.

Printed in Germany.

Inhaltsverzeichnis

des Jahrgangs 1956

Originalaufsätze

Adlung, K.-G. und Kauth, H.: Prüfung der molluskiziden Eigenschaften einiger insektizider Wirkstoffe	301
Bär, Friedrich: Die Insektizid-Rückstände im Pflanzenschutz	191
Boch, J.: Knötchenwurmbefall (<i>Ternidens deminutus</i>) bei Rhesusaffen	207
Drees, Heinz und Jung, A.: Über die Einwirkung mechanischer Kräfte auf den Wasserhaushalt von <i>Calandra granaria</i> L. bei verschiedenen Luftfeuchten	357
Godan, Dora: Zur Biologie der Buchenblattgallmücke <i>Hartigiola annulipes</i> Htg.	385
Günther, Siegfried: Zur Infektion des Goldafters (<i>Euproctis chrysorrhoea</i> L.) mit <i>Plistophora schubergi</i> Zwölfer (<i>Microsporidia</i>)	397
Haeger, Erich: 10 Jahre Hauslichtfang (<i>Macrolepidoptera</i>)	215
Hase, Albrecht: Über Freilandversuche mit dem Kompostwurm <i>Eisenia foetida</i> Sav.	493
Herfs, Adolf: Einige Beobachtungen an der brasilianischen Bananenspinne <i>Ctenus fesus</i> Perty	77
Hörning, Bernd und Rosenfeld, Vera: Massenbefall eines Igels (<i>Erinaceus europæus</i>) mit <i>Brachylaemus helicis</i> (Meckel 1846) (Trematoda: Brachylaemidae)	425
Kemper, Heinrich: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung von Raupenhaaren auf die menschliche Haut. I. <i>Arctia caja</i> und <i>Dasychira pudibunda</i>	103
Klotzsche, Claus: Zur Toxikologie des 0,0-Dimethyl-2,2-dichlorvinylphosphat	87
Krümmel, H. und Brauns, A.: Myiasis des Auges (Medizinische und entomologische Grundlagen)	129
Peters, Werner: Experimentelle Untersuchungen zur Wirkungsweise insektenabwehrender Mittel (<i>Repellents</i>)	1
Rack, Gisela: <i>Bryobia</i> (<i>Acari</i> , <i>Tetranychidae</i>) als Wohnungslästling. Mit einigen Beobachtungen über <i>Petrobia latens</i> Müller	257
Sepasgosarian, Hossein: Morphologie und Biologie der gelben Apfelspinnmilbe <i>Eotetranychus pomi</i> n. sp. (<i>Acar.</i> , <i>Tetranychidae</i>)	435

Sprehn, Curt und Haakh, Ulrich: Zur Morphologie des Waschbärenpulwurm und zu seiner Stellung im System	95
Schindler, U.: Erdmausbekämpfung mit Insektiziden	407
Schmidt, Günter: Die Spinnenfauna der Kanarischen Bananen ..	237
Wiegand, Hermann: Gradologische Untersuchungen über den Kiefernspinner (<i>Dendrolimus pini</i> L.)	307
Zumpt, F.: Die Bedeutung der medizinischen Entomologie für den Gesundheitsdienst Südafrikas	295

Bücherschau

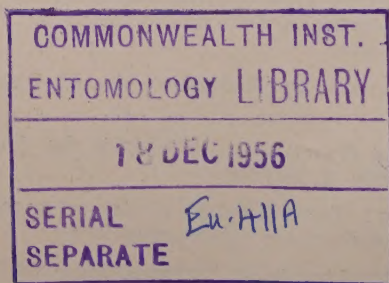
- a) Buchbesprechungen: 115—121, 251—252, 371—377, 509—511
- b) Buchanzeigen: 122—123, 377—378, 511

Zeitschriftenschau

Nematologica. International Journal of Nematological Research: 252—253
 Nagetiere und ihre Bekämpfung: 123—125
 Weinbauschädlinge: 125—126
 Ackerbauschädlinge: 126—128
 Hauswanzen: 253
 Gartenbauschädlinge: 253—254
 Fliegen: 254—256
 Stechmücken und Verwandte: 256
 Forstzoologische Literatur aus dem Jahre 1955: 379—384

Kleine Mitteilungen

384, 512



ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ZOOLOGIE

(früher: Zeitschrift für hygienische Zoologie und Schädlingsbekämpfung)

In Verbindung mit

Günther Becker, Berlin; Kurt Becker, Berlin; Hellmuth Gäbler, Eberswalde; Karl Gösswald, Würzburg; Bruno Götz, Freiburg i. Breisgau; Bruno Harms, Berlin; Albrecht Hase, Berlin; Erich Kirchberg, Berlin; Friedrich Lenz, Plön; Erich Martini, Hamburg; Karl Mayer, Berlin; Gerd Poetschke, München; Werner Reichmuth, Berlin; Karl Strenzke, Wilhelmshaven; Wolfgang Tischler, Kiel; Herbert Weidner, Hamburg; Fritz Weyer, Hamburg; Fritz Zumpt, Johannesburg.

herausgegeben von

HEINRICH KEMPER
Berlin-Dahlem

Erstes Heft 1956



DUNCKER & HUMBLLOT / BERLIN

Inhaltsverzeichnis

Originalarbeiten	Seite
W. Peters: Experimentelle Untersuchungen zur Wirkungsweise insektenabwehrender Mittel (<i>Repellents</i>)	1
A. Herfs: Einige Beobachtungen an der brasilianischen Bananen- spinne <i>Ctenus ferus</i> Perty	77
C. Klotzsche: Zur Toxikologie des o,o-Dimethyl-2,2-dichlorvinyl- phosphat	87
C. Sprehn und U. Haakh: Zur Morphologie des Waschbärenspul- wurmes und zu seiner Stellung im System	95
H. Kemper: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung von Raupenhaaren auf die menschliche Haut, I. <i>Arctia caja</i> und <i>Dasychira pudibunda</i>	103
Bücherschau	115
Zeitschriftenschau	123

Die Haus- und Gesundheitsschädlinge und ihre Bekämpfung

Ein Lehr- und Nachschlagebuch für den Schädlingsbekämpfer

Von Prof. Dr. Heinrich Kemper

XI, 344 Seiten. 242 Abb. 2. Auflage. 1950. Leinen DM 18,—

„In der Neuauflage dieses bewährten Buches ist uns ein Ratgeber in die Hand gegeben, der in all den vielen Fragen, die die Praxis und die Theorie der Bekämpfung der Haus- und Gesundheitsschädlinge betreffen, eine Auskunft geben kann, die dem neuesten Stande der modernen Wissenschaft entspricht.“

Der praktische Schädlingsbekämpfer

DUNCKER & HUMBLLOT / BERLIN · MÜNCHEN

Experimentelle Untersuchungen zur Wirkungsweise insektenabwehrender Mittel (Repellents)*

Von Werner P e t e r s

(Mit 16 Abbildungen)

Einleitung

Die Bekämpfung von Blutsaugern, die den Menschen und seine Haustiere angreifen, ist seit jeher von außerordentlicher Bedeutung gewesen. Diese Plagegeister werden ja nicht durch die im allgemeinen geringfügige Blutentnahme gefährlich, sondern viel mehr durch die zahlreichen Begleiterscheinungen: Beunruhigung bis zur äußersten Geiztheit, Stichwirkungen wie Juckreiz und andere Hautreaktionen, Sekundärinfektionen und vor allem die furchtbaren Folgen der Übertragung von Krankheitserregern — um nur einige der schlimmsten zu nennen: Gelbfieber durch Mücken, Fleckfieber durch Läuse, Pest durch Flöhe, Malaria durch Mücken usw.

Als Repellents bezeichnet man Stoffe, die längere Zeit imstande sind, Blutsauger von Mensch und Haustier fernzuhalten¹.

Da sie vor allem gegen Insekten verwendet werden, hat man sie auch als Insektenabwehrmittel, Insektenvergrämungsmittel und in Amerika als Insectifuges bezeichnet. Man verlangt von ihnen heute im allgemeinen über drei Stunden Wirkungsdauer.

* Die Arbeit wurde von der Math.-Nat. Fakultät der Freien Universität Berlin als Dissertation angenommen. Die Untersuchungen wurden in der Unterabteilung für hygienische Zoologie des Max v. Pettenkofer-Instituts (Bundesgesundheitsamt), Berlin-Dahlem, durchgeführt. An dieser Stelle möchte ich allen, die mich mit Literatur und Material unterstützt haben, vor allem aber Herrn Prof. Dr. K e m p e r für das Thema und die stete Förderung dieser Arbeit von Herzen danken.

¹ Diese Definition entspricht dem allgemeinen Sprachgebrauch, während Dethier (1947) den Begriff viel weiter faßt, da er auch Pflanzenschutzmittel berücksichtigen möchte.

Als Repellents sind, zum Teil schon seit Jahrhunderten, Räuchermittel, ätherische Öle u. dergl. in Gebrauch, Mittel, die allerdings mancherlei Nachteile haben. Die Räuchermittel enthalten meist Pyrethrum, dessen wirksame Bestandteile beim Verbrennen größtenteils zerstört werden (K. Mayer, 1952); außerdem sind sie in ihren Anwendungsmöglichkeiten sehr begrenzt. Ätherische Öle, wie Zitronella-, Eukalyptus-, Pfefferminz-Öl usw. haben eine zu kurze Wirkungsdauer (im allgemeinen nicht mehr als eine Stunde); zum Teil können sie die Tiere auf Distanz halten, zum Teil wirken sie nur solange die Haut ausgesprochen ölig ist; im allgemeinen sind sie in der Anwendung recht kostspielig; teilweise reizen sie auch zu sehr die Haut, wie z. B. das Nelkenöl. Birkenholzteer, der in Finnland und Nordrußland viel verwendet wird, ist wegen der starken Verschmutzung und Hautreizung sowie des unangenehmen Geruchs für eine allgemeine Anwendung völlig in-diskutabel. (Zusammenfassende Übersicht bei K. Mayer, 1952.)

Man hat sich deshalb besonders seit den 20er Jahren bemüht, Stoffe zu finden, die auch höheren Ansprüchen genügen. Als Grundlage nahm man entweder ätherische Öle oder Stoffe, deren insektizide Wirkung bereits bekannt war. Bei den letzteren handelte es sich zunächst fast ausschließlich um das Pyrethrum. Später versuchte man es auch mit Verbindungen, die sich bei der Läusebekämpfung bewährt hatten, in der UdSSR mit Xanthogenaten und in Deutschland mit DDT (s. Mayer, 1952). Dieser Weg war aber offensichtlich nicht der richtige, denn bei all diesen Mitteln befriedigten weder ihre Schutzwirkung noch ihre sonstigen Eigenschaften. In Deutschland erwies sich lediglich das „Mipax“ als brauchbar. Es zeigte gegenüber *Aedes vexans* und anderen einheimischen Stechmückenarten immerhin drei Stunden Wirkung (in Finnland gegenüber *Aedes punctor* u. a. allerdings nur 20 Minuten, nach Mayer, 1952) und wurde während des 2. Weltkrieges viel von den deutschen Truppen verwendet.

Eine entscheidende Wendung trat auf dem Gebiete der Repellentforschung erst ein, als während des 2. Weltkrieges die Entwicklung brauchbarer Mittel für die Dschungelkämpfer im asiatischen Raum zu einer Lebensfrage wurde. Das Orlando-Institut in Florida prüfte zu diesem Zweck in den Jahren 1942 bis 1947 insgesamt 4308 Verbindungen auf ihre Repellentwirksamkeit. Ganze Verbindungsklassen wurden mit Hilfe einer sehr einfachen Methodik systematisch durchgetestet; der mit dem zu untersuchenden Stoff behandelte Arm einer Versuchsperson wurde alle 20—30 Minuten für drei Minuten in einen Käfig mit etwa 1000 hungrigen Stechmücken (*Aedes aegypti* bzw. *Anopheles quadrimaculatus*) gehalten und so die stichfreie Zeit ermittelt. Das Ergebnis waren 60 Verbindungen mit über fünf Stunden und 303 Verbindungen mit drei bis fünf Stunden Wirkungsdauer, von denen viele aber noch aus toxi-kologischen Gründen ausgesondert werden mußten.

Für militärische Zwecke genügten die so gefundenen Mittel zunächst zwar einigermaßen, für den zivilen Bedarf waren sie aber in vielen Fällen noch nicht befriedigend. Man verlangt heute von einem guten Repellent neben einer ausreichenden Schutzwirkung gegenüber möglichst viele Blutsaugerarten etwa folgendes:

1. Ein Repellent darf nicht zu teuer sein.

Der Erfüllung dieser Forderung verdankt das Dimethylphthalat, das ja ein billiges, in der Kunststoffindustrie viel verwendetes

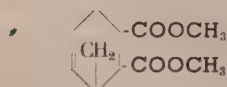
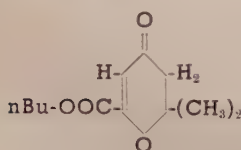
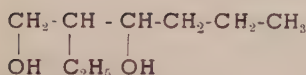
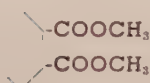
Produkt ist, unter anderem seine außerordentlich weite Verbreitung.

2. Es muß für den Menschen und die Haustiere ungiftig sein.
3. Es darf nicht irritierend wirken, d. h. die Haut oder die Schleimhäute reizen.

Diese beiden Forderungen haben schon so manche Verbindung mit guter Schutzwirkung aus der engeren Wahl ausscheiden lassen.

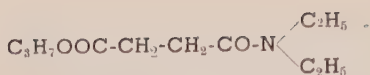
4. Es soll weder ölig noch schmierig, noch in geruchlicher Hinsicht unangenehm sein.
5. Es muß gegenüber tropischen Temperaturen, Feuchtigkeit und vor allem Schweiß beständig sein.
6. Es sollte gegenüber Kunststoffen aller Art (vor allem Nylon, Perlon usw.) indifferent sein.

Im Bericht des United States Department of Agriculture von Travis, Morton u. Smith (1953) werden folgende Verbindungen als „wirksam und für den allgemeinen Gebrauch verwendbar“ empfohlen:



1. Das Dimethylphthalat, von dem bereits gesagt wurde, daß es in der Kunststoffindustrie ausgedehnte Verwendung als Weichmacher findet. Als Repellent ist es in zahlreichen Handelsprodukten enthalten, obwohl es die Schleimhäute reizt und Kunststoffe angreift.
2. Das 2-Äthylhexandiol-1,3, das auch unter der Bezeichnung Rutgers 612 bekannt ist.
3. Das Indalon, ein 2,2-Dimethyl-2,3-dihydro- γ -pyron-6-carbonsäure-n-butylester, das als erstes brauchbares Repellent bei den Untersuchungen im Orlando-Institut gefunden wurde.
4. Das Dimethylcarbat, ein Cis-bicyclo-(2,2,1)-5-hepten-2,3-dicarbonsäuredimethylester.

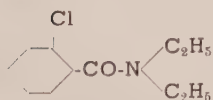
Zu diesen „Standard-Repellents“ sind in neuerer Zeit vor allem Diäthylamide hinzugekommen (Geigy u. Utzinger, 1953; McCabe, Barthel u. Hall, 1954):



der N,N-Diäthyl-Bernsteinsäure-
halbamid-n-propylester,



das Benzoessäurediäthylamid



und sein Chlorderivat, das o-chlor-
Benzoessäurediäthylamid.

Im allgemeinen handelt es sich bei den Repellents um Flüssigkeiten, zum Teil aber auch um kristalline Verbindungen, die dann in einem geeigneten organischen Lösungsmittel (wegen seiner Billigkeit und günstigen synergistischen Eigenschaften vor allem Isopropylalkohol) gelöst werden. Sie werden entweder als Flüssigkeit auf der Haut verrieben oder nach Zusatz bestimmter Stoffe zur Imprägnierung von Kleidungsstücken verwendet. Das Imprägnieren wird vor allem gegen Landblutegel, Zecken, Milben (Trombiculiden) mit Erfolg angewendet und ermöglicht auch die Verwendung von Verbindungen, die wegen ihrer Toxizität nicht direkt auf die Haut gebracht werden können.

Zur Steigerung der Wirkungsbreite werden die Repellents vielfach in Gemischen verwendet. So enthält die im 2. Weltkrieg viel gebrauchte 6-2-2-Mischung

6 Teile Dimethylphthalat,
2 Teile Äthylhexandiol und
2 Teile Indalon.

Das in der Schweiz entwickelte „Kik“ setzt sich aus:

Benzoessäurediäthylamid,
ortho-Chlor-Benzoessäurediäthylamid und
Isopropylalkohol als Lösungsmittel zusammen

(nach: 10 Jahre Geigy-Schädlingsbekämpfung, 1953).

In der Bundesrepublik Deutschland sind zur Zeit folgende Mittel vom Bundesgesundheitsamt, Max v. Pettenkofer-Institut, Berlin-Dahlem, bzw. dem Hamburger Tropeninstitut geprüft und anerkannt:

Mipax: Curta u. Co., Berlin-Britz,
Detmol-Mückenstop: Frowein, Ebingen/Württemberg,
Mückenschutzsalbe: Giebel, Hamburg,
Vitrex: Riedel-de-Haen AG, Seelze/Hann.,
Bonomol: Schering AG, Berlin (West).

Die Wirkungsweise der Repellents wurde bisher nur wenig untersucht. Die Chemiker und Physiker versuchten vor allem, Beziehungen zwischen Konstitution bzw. physikalischen Eigenschaften und Repellentwirksamkeit zu finden. Auf ihre Bemühungen werde ich gleich noch näher einzugehen haben. Die biologische Seite der Repellentwirkung wurde meines Wissens bisher nur in drei Arbeiten experimentell behandelt. Christophers (1947) und Sarkaria u. Brown (1952) untersuchten mit Hilfe von Olfaktometern die Distanzwirkung gegenüber Mücken. Nach ihren Ergebnissen reizt eine Reihe von Ver-

bindungen in erster Linie den Geruchssinn, während andere erst bei Kontakt wirken. S a r k a r i a u. B r o w n stellten außerdem fest, daß insektizide Wirkung und Repellentwirksamkeit im allgemeinen nicht voneinander abhängig sind. Ausschaltungsversuche fehlen in beiden Arbeiten. Diese wurden bisher nur von W i e s m a n n u. L o t m a r (1949) bei der Erprobung des Handelspräparates „Kik“ der Firma Geigy/Basel (s. o.) durchgeführt. Ihr Ergebnis lautete:

„Zusammenfassend ergibt sich aus unseren sinnesphysiologischen Versuchen, daß das Kik offenbar mit sehr verschiedenen Sinnesorganen wahrgenommen wird: Fühler, Tarsen und zerstreut liegende Sinneszellen. In dieser Dezentralisation der Geruchs- und Geschmacksorgane scheint uns vor allem der Grund zu liegen, weshalb es uns nicht gelang, den Wirkungsmechanismus des Repellent Kik lückenlos abzuklären.“

Hiervon ausgehend versuchte ich auf Anregung von Herrn Professor Dr. K e m p e r das Problem der Wirkungsweise der Repellents einer Lösung näher zu bringen. Es sollten dabei vor allem folgende Fragen geklärt werden:

1. Welche Sinne der Insekten können von den modernen Repellents gereizt werden?
2. Ist eine Lokalisation der betreffenden Sinnesorgane möglich?
3. In welcher Weise wird die Wirtsfindung von Blutsaugern durch Repellents gestört?

Bei meinen Versuchen verwendete ich die Standardrepellents

Dimethylphthalat,
2-Äthylhexandiol-1,3,
Indalon,
Dimethylcarbat,
Benzoessäurediäthylamid

und den vielfach als Lösungsmittel benutzten Isopropylalkohol in reiner Form. Zur Überprüfung des Reinheitsgrades wurden Siedepunkt und Brechungsindex bestimmt und mit den aus der Literatur bekannten Werten (S v i r b e l y u. Mitarb., 1949) verglichen. Technische Produkte, die Verunreinigungen enthalten, und handelsübliche Präparate wurden nicht berücksichtigt.

1. Versuche zur Erklärung der Wirkungsweise der Repellents auf Grund ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften

Bevor ich zum experimentellen Teil komme, möchte ich noch eine Reihe von Fragen behandeln, die mir sowohl zur Begründung der eigenen Versuche als auch für das allgemeine Verständnis der Repellentwirkung wichtig erscheinen.

Travis u. Mitarbeiter versuchten 1949 die Ergebnisse der groß-angelegten Versuche im Orlando-Institut Florida (1942—1947) zur Klärung der Beziehungen zwischen Konstitution und Repellentwirksamkeit auszuwerten. Wie bereits erwähnt, hatte man das Verhalten von *Aedes aegypti* gegenüber 4308 Verbindungen untersucht und dabei 303 Verbindungen mit einer Wirkungsdauer (= stichfreie Zeit) von drei bis fünf Stunden und 60 mit einer Wirkungsdauer von über fünf Stunden gefunden. Die Verteilung dieser Verbindungen auf die entsprechenden Verbindungsklassen zeigt eine Tabelle, die nach den Ergebnissen von Travis u. Mitarb. (1949) zusammengestellt wurde:

Verbindungsklasse	Anzahl Verbindungen mit einer Wirkungsdauer von	
	5 Std.	3-5 Std.
Kohlenwasserstoffe	0	0
Säuren und Anhydride	4	6
Aldehyde	1	5
Ester, Laktone	11	91
Ester, Acetale	6	54
Ketone	0	5
Alkohole und Phenole	10	43
Amide und Imide	21	56
Amine	1	16
Nitrile	1	8
Nitroverbindungen	2	4
Andere (Azo-, Azoxy-, Hydrazo-, Nitroso-, Thiocyanat-Verbindungen, Oxime u. a.)	1	4
Halogenide	2	5
Schwefelverbindungen	0	2
Phosphorverbindungen	0	1
Naturprodukte	0	1
Stoffe unbekannter Zusammensetzung	0	2

Wirksame Verbindungen gibt es also in fast allen Verbindungsklassen. Dennoch kann man erkennen, daß die Wahrscheinlichkeit, wirksame Verbindungen zu finden, in einigen Klassen sehr viel größer als in anderen ist:

Amide, Imide > Ester, Laktone > Äther, Acetale usw.

Auf Grund dieser Erkenntnis geht man daher neuerdings so vor, daß man durch systematische Änderung der Substituenten an Verbindungen aus diesen Gruppen neue und vor allem bessere Repellents sucht (Utzinger, 1953: Diäthylamide; Roadhouse, 1953: Mono- und Polyalkohole, Hydroxysäureester, 1,3-Diole, Aldehyde und Ketone; Barthel, Leon u. Hall, 1954: Mandelsäureester, 1-Hydroxycyclohexan-Carbonsäureester; McCabe, Barthel u. Hall, 1954:

N,N-Diäthylamide) -- ein Verfahren, das sich auch bei den Insektiziden bereits bewährt hat.

Wenn schon keine einfache Beziehung zwischen Konstitution und Repellentwirksamkeit zu erkennen war, so konnte man doch eine Beziehung zwischen physikalischen Daten und Repellentwirksamkeit erwarten. Svirbely u. Mitarb. (1949) stellten die physikalischen Daten von 37 Repellents zusammen. Sie bestimmten Siedepunkt, Dichte, Viskosität, Oberflächenspannung, Grenzflächenspannung zwischen Repellent und Wasser, Löslichkeit in Wasser und Brechungsindex. Aber auch hier waren keine ausreichenden Übereinstimmungen, die in Zusammenhang mit der Repellentwirksamkeit gebracht werden konnten, zu erkennen.

Kasman, Roadhouse u. Wright (1953) untersuchten auch die Infrarot-Spektren von Repellents, um so vielleicht die Theorie von Miles u. Beck (1947) und Beck u. Miles (1947) prüfen zu können. Nach dieser etwas umstrittenen Theorie soll eine Geruchsreizung dadurch zustande kommen, daß der Riechstoff infolge seiner Absorptionsmaxima in bestimmten Infrarotbereichen dem als Infrarotstrahler wirkenden Rezeptor Energie entzieht. Kasman u. Mitarb. fanden aber weder eine Absorptionsbande, die allen untersuchten Verbindungen gemeinsam war, noch eine Bande, die der Stärke der Repellentwirksamkeit entsprach.

2. Die Wirkungskdauer und ihre Abhängigkeit vom Dampfdruck

Eine leidliche Übereinstimmung findet man in der Tabelle von Svirbely u. Mitarb. nur beim Siedepunkt, einer Größe, die allerdings weniger mit der Wirksamkeit als viel mehr mit der Wirkungskdauer zu tun hat.

Auf die Bedeutung des Dampfdrucks für die Wirkungskdauer wies bereits Christophers (1947) hin. Nach seinen Angaben verdunstet Wasser (Siedepunkt 100°C) bereits in zehn Minuten von der warmen Haut, Amylbutyrat ($\text{Sp} = 170$ bis 180°C) in weniger als zwei Stunden; er nahm deshalb an, daß ein Siedepunkt von 280°C für eine Wirkungskdauer von sechs Stunden notwendig sei.

Die folgende Tabelle mag einen Vergleich der Repellents mit anderen, dem Entomologen wohlvertrauten, Verbindungen ermöglichen. Dabei sind in mehreren Fällen, in denen die Literaturangaben stärker voneinander abwichen, jeweils die extremen Werte angegeben.

Die Werte für die Repellents wurden auf eine gleich noch zu besprechende Art errechnet, während alle übrigen der Literatur entnommen wurden (Landolt-Börnstein, 1923—1935; Balson, 1947).

Verbindung	Siede- punkt	Dampfdruck (in mm Hg) bei			
		20 Grad C		30 Grad C	
Blausäure	26	638.5			
Äther	34	432.8	442.4	634.8	647.9
Chloroform	61	158.4	160.5	239	247.5
Wasser	100	17.535		31.824	
Naphthalin	218	$54 \cdot 10^{-3}$	$80 \cdot 10^{-3}$	$133 \cdot 10^{-3}$	$164 \cdot 10^{-3}$
Nikotin	247			$30 \cdot 10^{-3}$	
Äthylhexandiol	244	$3.9 \cdot 10^{-3}$		$10.9 \cdot 10^{-3}$	
Dimethylphthalat	283	$4.4 \cdot 10^{-3}$		$10.6 \cdot 10^{-3}$	
γ HCH (Hexa)		$9.4 \cdot 10^{-6}$			
DDT		$1.5 \cdot 10^{-7}$		$7.2 \cdot 10^{-7}$	

Die Repellents stehen demnach bezüglich ihres Dampfdrucks zwischen den Insektiziden mit kurzer und langer Wirkungsdauer. Naphthalin und Nikotin einerseits — Hexa und DDT andererseits.

Leider findet man für die Repellents in der Literatur keine brauchbaren Dampfdruckangaben aus Temperaturbereichen von 10 bis 50 Grad C. Die wenigen Werte, die bei Patty (1949) zu finden sind, stimmen nicht, da sie mit einer graphischen Methode ermittelt sind, die bei so niedrigen Temperaturen versagt. Die Werte, die Sarkaria u. Brown (1952) nach der Methode von Ramsay und Young ermittelten, wurden von ihnen selbst als „only approximate figures“ bezeichnet. Für Dimethylphthalat seien diese Werte einmal den eigenen, errechneten, gegenübergestellt:

Temperatur	Dampfdruck in mm Hg		
	Patty	Sarkaria	errechnet
25°C	0.1	0.0012	0.007
110°C	1.9	—	2.3

Da die Messung von Dampfdrucken dieser Größenordnung schwierig und nicht Aufgabe einer zoologischen Arbeit ist, habe ich mich wegen der Bedeutung des Dampfdrucks für die vorliegende Arbeit bemüht, wenigstens eine Gleichung zu finden, die zur Errechnung brauchbarer Werte führt, um so direkte Messungen einigermaßen zu ersetzen. Eine solche Gleichung fand ich in einer Arbeit von Miles (1943).

Ausgehend von der allgemeinen Dampfdruckgleichung von Clausius-Clapeyron kam Miles darin zu folgendem Ausdruck:

$$\log p = \frac{\Phi}{1.3} \left[1 - \left(\frac{T_b}{T} \right)^{1.3} \right]$$

wobei p = Druck in Atmosphären,

T_0 = Siedepunkt bei Normaldruck in absoluten Temperaturgraden,

T = Temperatur, für die der Dampfdruck gesucht wird, in absoluten Temperaturgraden,

Φ wird als Konstante für jede Verbindung angesehen und aus: $\log \Phi = a + b \cdot \log T_0$ berechnet.

Die Konstanten a und b gelten für ganze Klassen von Verbindungen und haben folgende Werte:

Verbindungsklasse	a	b
Kohlenwasserstoffe u. halogenierte Kw.	+0.370	+0.120
Äther	+0.622	+0.009
Ester	+0.504	+0.078
Aliphatische Amine	+1.296	-0.241
Carbonsäuren (außer Ameisen- u. Essigs.)	-0.316	+0.416
Aliphatische Alkohole	+0.431	+0.136
Anorganische Hydride u. Halogenide	+0.137	+0.214

Der besondere Vorzug dieser Gleichung besteht darin, daß sie praktisch nur eine Unbekannte, den Siedepunkt, enthält, während zur Berechnung aller anderen Dampfdruckgleichungen mindestens die Kenntnis zweier Dampfdruckwerte (z. B. Henglein, 1921) oder die Kenntnis des Siedepunktes und des kritischen Punktes (Riedel, 1954) erforderlich sind.

Um ihre Brauchbarkeit zu prüfen, wurden für Isopropylalkohol und Benzol die errechneten Werte den Dampfdruckangaben von verschiedenen Autoren (zusammengestellt nach Landolt-Börnstein) gegenübergestellt:

Isopropylalkohol			Benzol		
Temp.	gemessen	errechnet	Temp.	gemessen	errechnet
0	8.9	—	20	75.0 74.66	
10	17.0	19.5		75.65	76.15
20	32.4	36.8	30	118.8 118.24	
30	59.1	66.0		120.6	120.4
40	105.6	113.5	70	546.5 547.4	
50	176.8	184.2		550.6 551	552.3
60	288.5	298.4	80	750.0 753.62	
70	454.8	460.8		757.5	760
80	691.8	690.7			

Die errechneten Werte stimmen also recht gut mit den gemessenen überein, liegen aber durchweg etwas höher. Dabei ist beim Isopropyl-

alkohol zu bedenken, daß Alkohole zu den assoziierten Verbindungen gehören. Sehr beachtenswert sind die Werte beim Siedepunkt des Benzols. Definitionsgemäß müßte hier ein Druck von 760 mm Hg herrschen, der aber in keinem Falle gemessen wurde. Die Differenz zwischen 760 mm Hg und den Meßwerten entspricht aber etwa den Differenzen zwischen gemessenen und errechneten Werten bei anderen Temperaturen. Die Gleichung von Miles schien mir daher zur Berechnung des Dampfdrucks von Repellents recht brauchbar zu sein. Mit ihrer Hilfe wurden die Dampfdruckwerte für 2-Äthylhexandiol-1,3 und Dimethylphthalat ermittelt. Diese beiden Verbindungen wurden deshalb gewählt, weil ihre Siedepunkte relativ weit auseinanderliegen (Dimethylphthalat = 283,6 Grad C; Äthylhexandiol = 243,4 Grad C bei Normaldruck = 760 mm Hg). Leider waren mir die Siedepunkte von Indalon und Dimethylcarbat bei Normaldruck nicht bekannt. Aus den Siedepunktangaben bei einem Druck von 2 mm Hg ergibt sich aber, daß der Wert für Indalon nur wenig höher als der von Dimethylphthalat liegen kann (Indalon = 117 Grad C, Dimethylphthalat = 116 bis 116,5 Grad C), während Dimethylcarbat unter diesen Bedingungen

Dampfdruck in mm Hg

Grad C.	Äthyl- hexandiol Sp = 243,4 C	Dimethyl- phthalat Sp = 283,6 C	Isopropyl- alkohol Sp = 82,4 C
5	0.00076	0.0009	13.99
10	0.0013	0.0016	19.47
15	0.0023	0.0027	27.09
20	0.0039	0.0044	36.80
22.5	0.0051	0.0055	—
25	0.0066	0.0070	49.58
27.5	0.0084	0.0088	—
30	0.0109	0.0106	66.04
32.5	0.0134	0.0136	—
35	0.0172	0.0169	87.04
37.5	0.0215	0.0207	—
40	0.0269	0.0254	113.5
42.5	0.0335	0.0312	—
45	0.0416	0.0380	146.5
47.5	0.0515	0.0460	—
50	0.0636	0.0559	184.2
60	0.14	0.12	298.4
80	0.56	0.40	690.7
100	2.117	1.377	—
125	8.411	4.845	—
150	27.215	14.320	—
175	78.64	37.14	—
200	196.6	86.28	—
225	429.8	180.10	—
250	—	349.15	—
275	—	631.6	—

bei 114 bis 115 Grad C und Äthylhexandiol schon bei 100 Grad C siedet. Der Siedepunkt von Benzoesäurediäthylamid, das ebenfalls in den folgenden Versuchen verwendet wurde, liegt unter normalen Druckverhältnissen 760 mm Hg bei 282 Grad C und damit so nahe dem von Dimethylphthalat, daß eine gesonderte Berechnung überflüssig erschien.

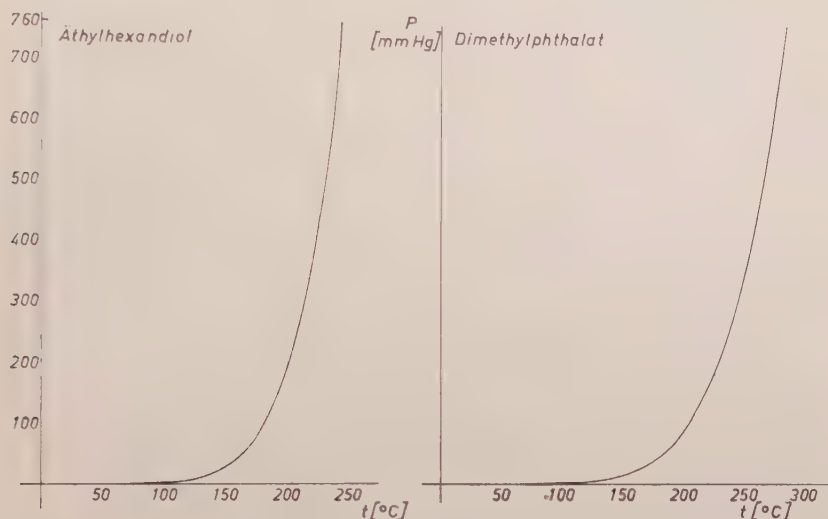


Abb. 1 Dampfdruckkurven

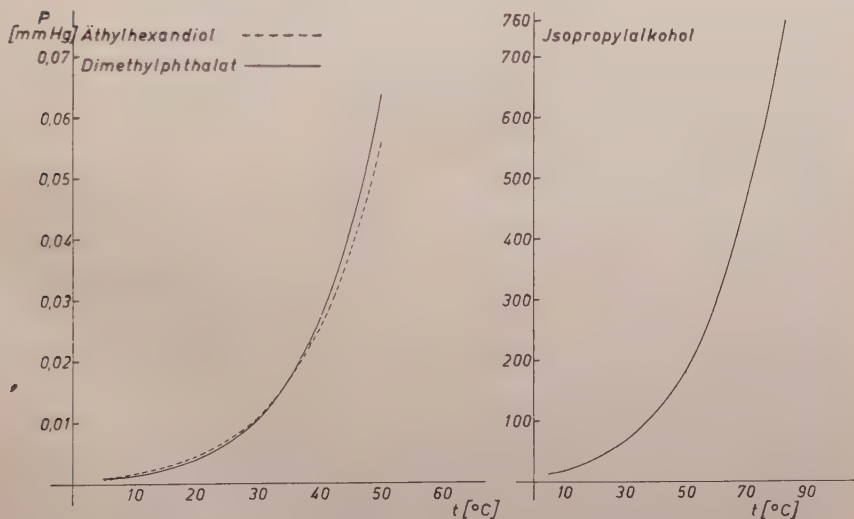


Abb. 2 Dampfdruckkurven

Der als Lösungsmittel für kristalline Repellents verwendete Isopropylalkohol läßt sich mit den genannten Verbindungen überhaupt nicht vergleichen. Sein Siedepunkt liegt 200 Grad tiefer, nämlich bei 82,4 Grad C.

Im Freiland und bei experimentellen Untersuchungen interessieren in erster Linie Dampfdruckwerte von Temperaturen zwischen 20 bis 50 Grad C. Deshalb wurde für diesen Temperaturbereich noch eine gesonderte Darstellung der Dampfdruckkurven von Dimethylphthalat und Äthylhexandiol angefügt.

Auf Grund der verschiedenen hohen Siedepunkte (Äthylhexandiol 100 Grad C, Dimethylphthalat 116 bis 116,5 Grad C, Indalon 117 Grad C, jeweils bei 2 mm Hg) könnte man annehmen, daß bei allen Temperaturen entsprechende Dampfdruckunterschiede vorkommen, so daß Mittel mit niedrigem Siedepunkt infolge ihres höheren Dampfdruckes mehr auf Distanz wirken, während Mittel mit hohem Siedepunkt erst bei Kontakt wirken.

Ein Vergleich der errechneten Dampfdruckwerte von Äthylhexandiol und Dimethylphthalat zeigt aber, daß die Unterschiede nur sehr klein sind:

Sie betragen bei	20 Grad C	0,0005 mm Hg
	30 Grad C	0,0003 mm Hg
	40 Grad C	0,002 mm Hg
	50 Grad C	0,008 mm Hg.

Die Druckunterschiede zwischen Äthylhexandiol und Dimethylphthalat nehmen erst über 200 Grad C erheblich zu; bei 200 Grad C sind es 110 mm Hg, bei 225 Grad C schon 250 mm Hg usw.

Die Dampfdruckdifferenzen sind also nicht konstant, sondern ändern sich mit der Temperatur. Die minimalen Druckunterschiede im physiologischen Temperaturbereich können aber wohl kaum erklären, warum einerseits eine Distanzwirkung und andererseits eine Kontaktwirkung vorherrscht.

Wir werden daher später noch eingehender auf diese Frage zurückkommen.

3. Die Wirkungsdauer und ihre Abhängigkeit von der Hautresorption

Die Wirkungsdauer der Repellents wird aber nicht nur durch ihren Dampfdruck bestimmt. Ein mindestens ebenso wichtiger Faktor ist die Hautresorption.

Ihre Größe ist sehr variabel. Sie ist nicht nur von Mensch zu Mensch, sondern auch an den einzelnen Körperstellen verschieden. Nach Wiesmann u. Lotmar (1949) ist sie im Nacken, in der Kniekehle, auf dem Handrücken und auf der Unterseite der Arme besonders stark. Sie mischten dem Repellent eine fluoreszierende Substanz bei

und konnten beobachten, wie mit dem Verschwinden der Fluoreszenz auch die Repellentwirkung nachließ. Ein Mittel, das auf der Armoberseite acht Stunden schützte, verlor auf der Armunterseite schon nach sechs Stunden seine Wirksamkeit.

Welche bedeutende Rolle die Hautresorption spielt, wurde auch von K a s m a n, R o a d h o u s e u. W r i g h t (1953) gezeigt. Sie bestimmten die Verdunstungsrate von Dimethylphthalat und errechneten daraus eine theoretische Wirkungsdauer von 3900 Minuten, während die tatsächlich beobachtete etwa ein Zehntel davon beträgt. Weiterhin untersuchten sie die Resorption von 1-Phenyl-2-hydroxy-propanon-1 durch die Haut von Meerschweinchen. Dabei erschienen immerhin 4,5 % der theoretisch bei der Oxydation dieser Verbindung zu erwartenden Benzoessäure im Harn der behandelten Tiere.

Die Hautresorption und vielleicht auch noch die Zersetzung auf der Haut spielt demnach eine recht erhebliche Rolle.

4. Die Wirkungsbreite

Die Wirkungsdauer eines Repellents kann aus den soeben besprochenen Gründen nicht mit Hilfe einer Formel berechnet, sondern nur am Objekt ermittelt werden. Dabei treten naturgemäß sehr erhebliche individuelle Unterschiede auf, so daß man bei Zahlenangaben, die an nur wenigen Versuchspersonen ermittelt sind, sehr vorsichtig sein muß.

In der ziemlich verstreuten, meist anglo-amerikanischen Literatur, findet man zahlreiche Angaben über die Wirkungsdauer von Repellents, die teils im Labor, teils im Freiland gewonnen wurden. Für die folgende Tabelle wurden dabei nur solche Angaben verwertet, bei denen es sich um die Zeit bis zum ersten Stich handelt und nicht etwa um „einigermaßen stichfreie Zeiten“ o. dgl.; vielfach sind es Mittelwerte aus hunderten, teilweise sogar tausenden von Versuchen. Die Angaben über das Kik stammen von W i e s m a n n u. L o t m a r (1949), die übrigen aus dem Journal of economic Entomology (1949—1954), der Review of applied Entomology (1949—1955) und Berichten des U.S. Department of Agriculture.

Vereinfacht man diese Tabelle, indem man stichfreie Zeiten von einer Stunde mit +, von drei bis fünf Stunden mit ++ und Wirkungslosigkeit mit — bezeichnet, so kommt man zu einer Tabelle, die einen Überblick über die Wirkungsbreite einiger Repellents vermittelt. Dabei ist aber zu bedenken, daß die Wirkungslosigkeit einer Verbindung in vielen Fällen wahrscheinlich gar nicht angegeben wurde, und daß daher viele leere Stellen in der Tabelle unter Umständen ein Minuszeichen haben müßten.

In dieser Tabelle der Wirkungsbreite fallen in erster Linie zwei Dinge auf:

1. Vergleicht man das Verhalten verschiedener Insektenarten gegenüber einem bestimmten Repellent, so sieht man, daß dieses selbst bei nahe verwandten Arten sehr unterschiedlich sein kann.

Diese teilweise sehr spezifische Wirkung, die auch bei den Untersuchungsergebnissen von Travis u. Mitarb. (1949), Geigy u. Utzinger (1953), Roadhouse (1953) u. a. auffällt, scheint mir ein klarer Hinweis darauf zu sein, daß in erster Linie die Chemo-rezeptoren gereizt werden. Die genauere Prüfung dieser Vermutung wird daher das Hauptanliegen dieser Arbeit sein.

2. Vergleicht man die Wirkung verschiedener Repellents auf eine bestimmte Insektenart, so fallen ebenfalls große Unterschiede in der Wirksamkeit auf.

Bacot u. Talbot (1919) äußerten die Vermutung, daß die Repellents (damals handelte es sich um ätherische Öle u. dgl.) dadurch wirken, daß sie den anlockenden Bestandteil des Körpergeruchs in

Tierart	Dimethyl- phthalat		Äthyl- hexandiol		Indalon		Kik
Aedesarten:							
Aedes aegypti	271'	234'	368'	331'	151'	141'	180'
	455'	247'					
Aedes taeniorhynchus	147'	155'	275'	283'	164'	168'	
Anophelesarten:							
An. quadrimaculatus	186'	108'	55'	53'	46'	41'	—
	123'	206'					
An. maculipennis freeborni	420'		420'				
An. albimanus	60'		60'		60'		
An. gambiae	60'		60'		60'		
An. aquasalis	150'		150'		150'		
Phlebotomus sp.	240'				9'	—	
Culicoides sp. (Alaska)	—		—		—		
Culicoides sp. (Westafrika)					240'		
Simuliumarten:							
Cnephia (Eusim.) pecuarum	420'		420'		420'		
Prosimulium hirtipes	240'		240'		240'		
Simulium venustum	240'		240'		240'		
Haematopota pluvialis							120'
Tabanus bromius							120'
Chrysops sp. (Afrika)	240'						
Musca domestica							—
Glossina palpalis					240'	360'	—
Stomoxys calcitrans	38'	47'	46'	—	120'	180'	60'
	—	—			181'	246'	
Ctenocephalides felis	260'	—					360'
Pediculus humanus							—
Cimex lectularius							120'
Rhodnius prolixus							—
Haemadipsa (Landblutegel)	480'		480'				

Tierart	Dimethyl- phthalat	Äthyl- hexandiol	Indalon	Kik
Aedesarten:				
<i>Aedes aegypti</i>	++	++	+	++
<i>Aedes taeniorhynchus</i>	+	++	+	
Anophelesarten:				
<i>An. quadrimaculatus</i>	+ u. ++	—	—	—
<i>An. maculipennis freeborni</i>	++	+		
<i>An. albimanus</i>	—	—		
<i>An. gambiae</i>	—	—		
<i>An. aquasalis</i>	+	+	+	
<i>Phlebotomus</i> sp.	++		—	
<i>Culicoides</i> sp. (Alaska)	—	—	—	
<i>Culicoides</i> sp. (Westafrika)			++	
Simuliumarten:				
<i>Cnephia</i> (Eusim.) <i>pecuarum</i>	++	++	++	
<i>Prosimulium hirtipes</i>	++	++	++	
<i>Simulium venustum</i>	++	++	++	
<i>Haematopota pluvialis</i>				+
<i>Tabanus bromius</i>				+
<i>Chrysops</i> sp. (Afrika)	++			
<i>Musca domestica</i>				—
<i>Glossina palpalis</i>			++	—
<i>Stomoxys calcitrans</i>	—	—	+ u. ++	—
<i>Ctenocephelides felis</i>	++			++
<i>Pediculus humanus</i>				—
<i>Cimex lectularius</i>				+
<i>Rhodnius prolixus</i>				—
<i>Haemadipsa</i> (Landblutegel)	++	++		

+ = stichfreie Zeit länger als eine Stunde
 ++ = stichfreie Zeit über 3 Stunden
 — = unwirksam oder bis zu einer Stunde wirksam.

irgendeiner Weise verändern, so daß der Blutsauger sein Opfer nicht mehr finden kann.

Bei einem derartigen Wirkungsmechanismus wäre zu erwarten, daß alle Repellents, die gegenüber einem bestimmten Blutsauger wirksam sind, gleichartig wirken. Es wäre aber unwahrscheinlich, daß z. B. Dimethylphthalat *Aedes taeniorhynchus* 155 Minuten und Äthylhexandiol die gleiche Art 283 Minuten abhält, während *Anopheles quadrimaculatus* bei Dimethylphthalat 186 Minuten und bei Äthylhexandiolbehandlung 55 Minuten lang „seinen Wirt nicht findet“. Man müßte, wenn man bei dieser Hypothese bleiben möchte, annehmen, daß jede Blutsaugerart ihren besonderen Lockstoff im menschlichen bzw. tierischen Körpergeruch hat, der von den einzelnen Repellents verschieden lange „gehemmt“ wird, und bei dessen Fehlen der Blutsauger nicht mehr imstande ist, seinen Wirt zu finden. Damit erhebt sich die sehr wichtige Frage, ob bei Ausschaltung eines einzelnen Faktors, nämlich des Geruchs, die Wirtsfindung unmöglich gemacht

werden kann und welcher Art das geruchlich anlockende Agens überhaupt ist.

Zur Beantwortung dieser Fragen müssen wir uns zunächst einen Überblick über die umfangreiche Literatur zum Thema Wirtsfindung verschaffen.

5. Die Wirtsfindung

In den folgenden Tabellen bedeutet: + = positive, — = negative Reaktion, / = ohne Bedeutung; der Hauptfaktor bei der Wirtsfindung wird, sofern er bekannt ist, durch ein ++ hervorgehoben; leere Stellen deuten an, daß nichts Genaueres bekannt ist. Die Bezeichnung der Reaktionen des Blutsaugers: Bewegung zum Wirt, Rüsselstrecken, Stechbewegung und Saugakt, wurden von Krijgsman (1930) übernommen.

Haemadipsa (Landblutegel; nach Stammers, 1950):

	warmer Luft	warmer Körper	visuelle Reize	Geruch	Ge- schmack	Blut- geruch	Blut- geschmack
Bewegg. z. Wirt..	+	/	+	/	/	/	/
Saugstellung	/	+	/	/	+	/	/
Saugakt	/	/	/	/	+	/	/

Die Landblutegel sind hier mit angeführt, da man auch gegen sie mit Erfolg Repellents anwenden konnte (Stammers). (Herter, 1936/37, bringt eine Zusammenstellung älterer Mittel.)

Bei der tropischen Raubwanze *Rhodnius prolixus* (Reduviidae, Hemiptera, Hemiptera) wurde die Antennenfunktion von Wigglesworth u. Gillett (1934) untersucht:

	visuelle Reize	Wärme	Haut- geruch	Feuchtig- keit	Wasser (warm)	Geschmack
Bewegg. z. Wirt ..	+	++	±	/	+	
Rüsselstrecken ..	+	++	/	/	+	
Stechbewegung ..						
Saugakt						

Hauptfaktor ist die Wärme, während Geruch und visuelle Eindrücke nur eine Nebenrolle spielen. Das gleiche dürfte nach den Untersuchungen von Herter (1942, 1953) auch für Triatomen gelten.

Um die Aufklärung der Sinnesphysiologie der Bettwanze haben sich besonders Kemper (1929), Rivnay (1932), Sioli (1937) und Marx (1955) bemüht:

	Wärme	Feuchtig- keit	Schweiß	Geruch von Talldr.	Blut	Geschmack
Bewegg. z. Wirt ..	++	—	±	+	/	/
Rüsselstrecken ..	++	—	±	+	/	/
Stechbewegung ..	++	—	±	+	/	/
Saugakt						+

Auch hier ist die Wärme wieder der Hauptfaktor. Die Bedeutung des Geruchs scheint mir unklar zu sein. Während Kemper bei seinen Untersuchungen keinen Geruchssinn feststellen konnte, gab R i v n a y Reaktionen auf Schweiß und Talgdrüsensekret an, wobei die Reaktion auf Schweiß von dessen Zersetzungszustand abhing. Gegenüber Feuchtigkeit ist die Wanze sehr empfindlich, man kann sie als ausgesprochen „flüssigkeitsscheu“ bezeichnen. Sie bevorzugt deshalb zum Einstich eine trockene, raue Oberfläche. Weidner (1949) hat daher vermutet, daß sie ihre Opfer nach diesem Gesichtspunkt auswählt und wenig schwitzende Menschen vorzieht; ob damit das Problem der Bevorzugung bestimmter Wirtsindividuen schon geklärt ist, bleibt noch unentschieden.

Bei der Kleiderlaus, *Pediculus humanus corporis*, die ja ein stationärer, permanenter Parasit ist, kann man kaum von einer Wirtsfindung sprechen. Wigglesworth (1941) äußerte dazu: "There is no evidence that the louse is 'attracted' by a favourable stimulus. It shows only an avoidance of zones where a 'repellent' is present or where a favourable stimulus (recently experienced) is absent." Der Ausdruck „repellent“ ist hier natürlich im weitesten Sinne aufzufassen.

Die Sinnesphysiologie der Flöhe wurde besonders von S g o n i n a untersucht.

	Luftströmung	Wärme	Hautgeruch	Geschmack
Bewegg. z. Wirt ..	+	+	++	/
Stechbewegung ..	/	±	++	/
Saugakt	/	/	++	/

Flöhe saugen allein schon auf den Geruchsreiz hin; dabei braucht die Saugmembran gar nicht den Geruch zu besitzen, es genügt, wenn die umgebende Luft ihn enthält. Die Wärme spielt beim Igel Floh keine große Rolle, ist aber z. B. bei dem Fledermausfloh *Ischnopsyllus simplex* für die Auslösung des Saugaktes unbedingt erforderlich (S g o n i n a, 1939). Ein Geschmacksvermögen scheint den Flöhen zu fehlen.

Von den zahlreichen, vielfach als Krankheitsüberträger außerordentlich wichtigen, blutsaugenden Dipteren sind *Stomoxys*, *Lyperosia* und *Aedes* wohl am besten untersucht.

	Visuelle Reize	Wärme	Wasser	Geruch von			Geschmack v.	
				Haut	Serum	Blut	Serum	Blut
Bewegg. z. Wirt ..	+	+	+	+	/	+	/	/
Rüsselstrecken ..		+	+	+	/	+	+	+
Stechbewegung ..		+	+	+	/	+	/	
Saugakt					/	/	+	+

Lyperosia exigua zeigt nach Krijgsman u. Windred (1932) ein ähnliches Verhalten. Sie kann aber im Gegensatz zu *Stomoxys* Serum riechen und ist, vielleicht infolge ihrer stärkeren Hydrotaxis, enger an den Wirt gebunden.

Die Sinnesphysiologie der Mücken ist noch in vielen Dingen ungeklärt. Das liegt nicht nur an der Komplexheit der Erscheinungen, die bei anderen Gruppen mindestens zum Teil ebenso vorhanden ist, sondern vor allem an methodischen Schwierigkeiten, da die Empfindlichkeit der zarten Tiere die üblichen sinnesphysiologischen Methoden der Ausschaltung einzelner Organe kaum zuläßt.

Die umfassendsten Untersuchungen stellten bisher wohl der Kanadier Brown und seine Mitarbeiter an; sie wurden in einer Serie von „Studies on the responses of the female *Aedes mosquito*“ veröffentlicht.

Danach wird *Aedes aegypti* durch Gerüche, Wärme, Feuchtigkeit und Farben angelockt; bewegte Objekte haben eine größere Anziehungskraft als unbewegte, reflektierende Flächen eine größere als nicht reflektierende, dunkle Stoffe eine größere als helle. Aus der ganzen Versuchsreihe sind vor allem die sogenannten Roboter-Versuche bekannt geworden, bei denen das Verhalten kanadischer *Aedes*-Arten im Freiland untersucht wurde (Brown, 1952, IV). Diese Roboter waren wassergefüllte Behälter mit Heiz- und Rührvorrichtung, die im Gelände aufgestellt wurden. Dabei stellte sich heraus, daß die Anziehungskraft durch Überziehen feuchter Stoffe bei Lufttemperaturen über 16 Grad C um das zwei- bis vierfache zunimmt, während sie unter 16 Grad abnimmt. Hatten die Roboter eine Temperatur von 37 Grad C, so lockten sie dreimal so viel Mücken an wie bei einer Temperatur von 10 bis 18 Grad C.

Oberhalb einer Lufttemperatur von 16 Grad C war für die untersuchten *Aedes*-Arten die Feuchtigkeit Hauptattractant, unterhalb 16 Grad C die Wärme.

Damit wurden die Ergebnisse von Laborversuchen mit *Aedes aegypti* bestätigt, bei denen feuchte Luft (85 % rel. F.) drei- bis fünfmal so viel Mücken anlockte wie trockene (15 % rel. F.). Ließ man aus einem „künstlichen Kopf“ Kohlendioxyd strömen, so wurde die Attraktivität der warmen Körper verdoppelt. Die entsprechenden Laborversuche

ergaben, daß eine Beimischung von 10 % Kohlendioxyd zu trockener Luft deren Anlockwirkung verdoppelte, während das gleiche bei feuchter Luft keine Änderung brachte; reines Kohlendioxyd wirkte wie trockene Luft. Brown u. Mitarb. (1952) nahmen an, daß das Kohlendioxyd weniger Attractant als viel mehr Aktivator ist.

Alle Autoren sind sich darin einig, daß *Aedes*- und *Anopheles*-Arten in erster Linie durch Geruchsstoffe angelockt werden. Bei vielen Blutsaugern deutet die positive Reaktion auf Schweiß, Talgdrüsensekret u. dgl. darauf hin, daß das anlockende Agens ein Bestandteil dieser Hautausscheidungen sein muß. Bei den Mücken ist aber selbst diese Frage noch teilweise umstritten. Hautgeruch soll nach Willis (1947) auf *Aedes aegypti* anlockend wirken. Gegenüber Schweißgeruch sollen sich: *Aedes* und *Culex* nach Howlett (1916) und *Anopheles* nach Reuter (1936) gleichgültig, *Aedes* und *Culex* nach Crumb (1922) und Rudolfs (1922) schwach positiv oder unbestimmt, *Aedes aegypti* nach Parker (1948) und Brown u. Mitarb. (1952) positiv verhalten. Blutgeruch soll nach Rudolfs (1922) nicht anlocken, während Schaerffenberg u. Kupka (1952) berichteten, sie hätten aus dem Blute einen Duftstoff isolieren können, der anlockend wirkte. Rudolfs (1922) untersuchte auch alle möglichen Bestandteile der Hautausscheidungen ohne jeden Erfolg. Damit kommen wir zu einem sehr wesentlichen Punkt. Die Vielzahl der Untersuchungen sollte nicht darüber hinwegtäuschen, daß wir über das Wesentliche, nämlich den anlockenden Geruchsstoff, noch vollkommen im Unklaren sind.

Bei keinem Blutsauger wissen wir bisher, welcher Art das geruchlich anlockende Agens ist!

Der bisher einzige, scheinbar klare Befund von Totze (1933), daß Zecken durch den Buttersäuregeruch ihrer Wirte angelockt werden, ist durch die Untersuchungen von Lees (1948) wieder in Frage gestellt worden.

Kommen wir noch einmal auf die Hypothese von Baco t u. Talbot (1919) zurück, die besagt, daß die Repellents dadurch wirken, daß sie den Lockstoff in irgendeiner Form verändern, so daß der Blutsauger seinen Wirt nicht mehr finden kann.

Leider kennen wir diesen Lockstoff, wie gesagt, in keinem einzigen Falle und können deshalb die vermutete Veränderung weder beweisen noch widerlegen. Es wurde aber bereits bei der Tabelle über die Wirkungsbreite darauf hingewiesen, daß eine solche Änderung, wenn überhaupt, nur eine untergeordnete Rolle spielen kann. Außerdem können wir aus den Untersuchungen über die Wirtsfindung entnehmen, daß die Ausschaltung eines einzelnen Reizes kaum ausreichen würde, um sie vollständig zu stören. Im allgemeinen sind gleich mehrere Reize imstande, eine entsprechende Reaktion, z. B. die Stechbewegung, wenn

auch in verschieden starkem Maße, auszulösen, und der Geruchsreiz ist durchaus nicht immer der Hauptfaktor, dessen Ausscheiden die Reaktion am nachhaltigsten stören würde.

6. Experimenteller Teil

In den vorangegangenen Abschnitten wurden nicht nur die bisherigen Bemühungen um eine Klärung der Wirkungsweise der Repellents besprochen, sondern gleichzeitig auch Unterlagen zur Begründung und Durchführung der eigenen Versuche gesammelt. Danach ergaben sich für die Wirkungsweise der Repellents folgende experimentell nachprüfbare Möglichkeiten:

1. Die Repellents benötigen zu ihrer Verdampfung eine bestimmte Wärmemenge, die in der Hauptsache den umliegenden Hautbezirken entzogen werden dürfte. Man könnte vermuten, daß infolgedessen die behandelten Stellen gegenüber den unbehandelten eine geringere Temperatur aufweisen, so daß Blutsauger, die ja im allgemeinen ein sehr feines Temperaturempfindungsvermögen besitzen (s. u. a. Herter, 1942; Thomson, 1938; Sioli, 1937), solche Stellen bald herausfinden und angreifen werden. In den Gebrauchsanweisungen wird immer wieder darauf hingewiesen, daß die Mittel möglichst lückenlos aufgetragen werden müssen, da sonst z. B. Mücken, vor allem bei etwas älteren Belägen, sehr schnell die unbehandelten Stellen finden.

Es dürfte daher sehr aufschlußreich sein, einmal festzustellen, wie groß die Temperaturdifferenz zwischen behandelter und unbehandelter Haut ist.

2. Die hohe Viskosität mancher Mittel (z. B. des Äthylhexandiols) läßt es möglich erscheinen, daß der Tastsinn von Blutsaugern gereizt wird, sobald die Tiere auf der gerade mit einem derartigen Mittel behandelten Haut landen bzw. herumlaufen, um eine günstige Stelle zum Einstich zu finden.

3. Bei der Besprechung der Tabellen zur Wirkungsdauer und Wirkungsbreite einiger Repellents war schon die Rede davon, daß die Repellents wahrscheinlich in der Hauptsache die chemischen Sinne, Geruch und Geschmack, reizen. Bestärkt wird man in dieser Vermutung durch die Literaturangaben über die Wirtsfindung, bei der diese Sinne (besonders bei den Mücken) ebenfalls eine bedeutende Rolle spielen.

Vor allem aber deuten die bisherigen Versuchsergebnisse (Christophers; Sarkaria u. Brown; Wiesmann u. Lotmar) darauf hin, daß in erster Linie die Chemorezeptoren durch die Repellents gereizt werden.

4. Die insektizide Wirkung, die bei vielen Repellents vorhanden ist, entspricht im allgemeinen nicht ihrer Repellentwirksamkeit (Sarkaria

ria u. Brown, 1952). Ein Mittel ohne insektizide Wirkung gegenüber einer bestimmten Insektenart kann dennoch ein ausgezeichnetes Repellent gegen diese sein (z. B. Äthylhexandiol gegenüber *Aedes aegypti*). Es ist nun durchaus denkbar, daß die Repellentwirksamkeit eines Mittels, das außerdem noch eine insektizide Wirkung hat, durch diese noch erheblich verstärkt werden kann.

Man spricht bei einer irritierenden Wirkung, die der tödlichen meist vorangeht, vielfach von einer Reizung des „allgemeinen chemischen Sinnes“. Es kann sich hier aber wohl kaum um die Reizung eines „Sinnes“ s.str., sondern nur um einen groben chemischen Eingriff in den normalen physiologischen Zustand des Körpers handeln. Bei der erregenden Wirkung der Kontaktinsektizide im ersten Vergiftungsstadium (Exzitationsphase) spricht man ja auch nicht von einer Reizung des „allgemeinen chemischen Sinnes“ (wahrscheinlich, weil diese Verbindungen für uns nicht geruchlich wahrnehmbar sind und deshalb einfach als „nicht riechbare Stoffe“ aufgefaßt werden). Die Annahme eines „allgemeinen chemischen Sinnes“ scheint mir vor allem dadurch zustande gekommen zu sein, daß man bei manchen Stoffen sowohl eine Geruchswirkung als auch eine insektizide Wirkung beobachten konnte (wobei vielfach vom menschlichen Wahrnehmungsvermögen auf das der betreffenden Insekten geschlossen wurde).

Ich möchte deshalb bei der Beschreibung der Versuche lieber von einer „Irritierung durch die beginnende insektizide Wirkung“ als von einer „Reizung des allgemeinen chemischen Sinnes“ sprechen und möglichst versuchen, Chemorezeption und insektizide Wirkung auseinanderzuhalten.

Im folgenden experimentellen Teil sollen nun diese Möglichkeiten an günstigen Objekten nachgeprüft werden.

a) Hautwärme und Repellents

Die Messung der Hauttemperaturen erfolgte mit einem thermoelektrischen Meßinstrument (Hartmann u. Braun), das bereits auf sehr geringe Temperaturdifferenzen anspricht. Auf dem Unterarm (Ober- und Unterseite getrennt) wurden auf eine Fläche von 20 qcm etwa 0,02 ccm Repellent (Dimethylphthalat bzw. Benzoesäurediäthylamid) verteilt und nach einiger Zeit (15 bis 30 Minuten) die Hauttemperaturen gemessen. Dabei wurde in Abständen von 0,5 cm entlang der Außen- und Innenkante des in normaler Lage ruhig auf dem Tisch liegenden Unterarms vom Handgelenk bis zum Ellenbogen gemessen. Anschließend wurde auch die Stirntemperatur, die für derartige Messungen besonders geeignet ist, ermittelt. Dazu wurde die eine Stirnhälfte mit einem Tropfen (etwa 0,01 ccm) Dimethylphthalat eingerieben und dann die Temperatur in horizontalen Serien festgestellt (Abstand der Meßpunkte 2 cm). Sowohl auf dem Unterarm als auch auf der Stirn wurde jeweils eine Meßreihe mit einem sog. Bügelement, bei dem das Thermoelement in Kontakt mit der Haut war, und eine zweite mit einem sog. Ringelement, bei dem

die Lötstelle etwa 1 mm von der Haut entfernt war, durchgeführt. Die Umgebungstemperatur betrug 18 Grad C.

Hier seien nur als Beispiel die Werte aus vier Meßreihen mit dem Ringlement (jeweils an den gleichen Stellen auf der Stirnmitte) wiedergegeben:

unbehandelt					behandelt		
links	Mitte				rechts		
29.2	29.5	30.2	29.4		29.8	29.5	30
30.2	31.2	31.6	31.2		31.3	31.3	31.2
31.2	31.7	31.8	31.8		31.7	31.2	31.5
30.2	31.1	31.4	31.2		31.3	31.5	31.4
Mittelwerte	30.2	30.9	31.3	30.9	31.0	30.9	31.0

Ebenso wie hier, konnten auch bei den übrigen Messungen keinerlei nennenswerte Temperaturdifferenzen zwischen behandelter und unbehauelter Haut festgestellt werden.

Das Auffinden unbehauelter Stellen durch Blutsauger dürfte demnach nicht mit Temperaturdifferenzen zwischen behandelter und unbehauelter Haut, sondern mit anderen Faktoren zusammenhängen.

Diese Ansicht wird noch durch folgende Beobachtung unterstützt. In der Nähe von größeren Blutgefäßen steigt die Hauttemperatur rasch an. So ergaben Messungen an der Beugeseite des Unterarms folgende Werte (Messungen mit dem Ringlement).

	Entfernung von der Ader			Ader
	1 cm	0,6 cm	0,3 cm	
Temperatur	30.5	31.2	31.2	31.7
in Grad C	30.5	30.7	30.8	31.2

Man könnte erwarten, daß die Mücken die Nähe von Adern für den Einstich bevorzugen, da hier gegenüber der übrigen Haut eine höhere Temperatur herrscht. Betrachtet man aber einen stark zerstoehenen Arm, so sieht man, daß diese Annahme falsch ist. Die Mücke sucht die für den Einstich geeignete Stelle offenbar nach ganz anderen Gesichtspunkten aus.

b) Die Reizung des Geruchssinnes

Man hat immer wieder vermutet, daß vor allem der Geruchssinn eine wesentliche Rolle bei der Wahrnehmung der Repellents spielt. Sarkeria u. Brown (1952) stellten bei ihren Olfaktometerversuchen fest, daß manche Repellents in erster Linie den Geruchssinn von *Aedes aegypti* reizen. Diese Arbeit erbrachte aber insofern keinen eindeutigen Beweis, als keine Versuche mit Tieren ohne Geruchsorgan unternom-

men wurden. Derartige Versuche wurden meines Wissens bisher nur von Wiesmann u. Lotmar (1949) durchgeführt (s. S. 5). Sie untersuchten nicht nur das Verhalten normaler *Musca domestica* und *Stomoxys calcitrans*, sondern auch das Verhalten fühlloser Tiere gegenüber dem Repellent „Kik“, einem Handelsprodukt der Firma Geigy (s. S. 4). Nach ihrer Ansicht „weist das Verhalten der entfühlerten Fliegen darauf hin, daß die Antennen nicht allein für die Perzeption des Repellent verantwortlich sind, da durch die Repellentgase offenbar auch andere, über den Fliegenkörper verteilte Sinneszellen gereizt worden sind... Bei den entfühlerten Tieren unterbleibt nur die Fluchtreaktion, während das übrige Verhalten demjenigen normaler Tiere entspricht.“

Methodik

Von diesen Ergebnissen ausgehend begann ich mit meinen eigenen Untersuchungen. Ich benutzte dabei eine Apparatur, die sich schon bei Wiesmann und Lotmar bewährte; sie mußte allerdings auf Grund der Ergebnisse von Vorversuchen noch etwas abgeändert werden. (Abb. 3.)

Ein Glasrohr von 1 m Länge und 5 cm Durchmesser wurde in der Mitte mit einem Saugstutzen versehen, von dem ein Schlauch zur Wasserstrahlpumpe führte. Die Enden des Rohres waren mit durchbohrten Korken versehen und durch Glasrohre jeweils mit zwei 125-ccm-Flaschen verbunden. Die äußeren beiden Flaschen waren halb mit Wasser gefüllt und trugen an der Einstromöffnung ein Schlauchstück mit Quetschhahn; auf diese Weise konnte eine auf beiden Seiten gleichmäßige Luftzufuhr erreicht werden. Von den beiden inneren Flaschen war die eine leer, während die andere einen Streifen Filtrierpapier (2 cm mal 25 cm) enthielt, der mit 0,5 ccm des zu untersuchenden Repellents getränkt wurde. Die Flaschen standen jeweils in größeren, wassergefüllten Glasschalen, deren Temperatur durch eine einfache Heizvorrichtung geregelt werden konnte. Für jeden Versuch wurde eine bestimmte Temperatur zwischen 35 und 42 Grad C gewählt.

Der Dampfdruckunterschied zwischen 35 und 42,5 Grad C beträgt beim Dimethylphthalat 0,014 mm Hg und beim Äthylhexandiol 0,016 mm Hg. Es war daher keine ausgesprochene Erhöhung der Wirkung durch eine Temperatursteigerung innerhalb dieses Bereichs zu erwarten; und in der Tat war eine solche auch nicht zu erkennen. Die teilweise etwas schnellere Reaktion bei Temperaturen von über 40 Grad C im Wasserbad dürfte eher mit der dadurch erhöhten Lufttemperatur im Rohr zusammenhängen als mit der nur

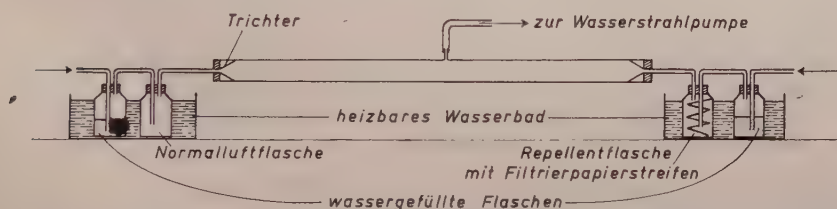


Abb. 3. Olfaktometer (T-Rohr). Leuchtstoffröhre, Stative, Drosselklemmen an den Einstromöffnungen und Heizvorrichtung sind weggelassen

geringfügig geänderten Riechstoffkonzentration. Eine Ausnahme bildete der nicht als eigentliches Repellent, sondern nur als Lösungsmittel für kristalline Repellents verwendete Isopropylalkohol, dessen Dampfdruck zwischen 35 und 40 Grad C um 36,5 mm Hg zunimmt. Damit steigt aber auch seine ohnehin sehr starke insektizide Wirkung noch beträchtlich, so daß schwächere Tiere bei Wasserbadtemperaturen über 40 Grad C schon auf der Flucht getötet werden können. Infolge dieses hohen Dampfdrucks war aber der Isopropylalkohol unter den Versuchsbedingungen bereits nach 30 bis 45 Minuten verdunstet.

Eine Leuchtstoffröhre unter oder schräg vor dem Rohr sorgte für gleichmäßige Lichtverhältnisse. Sie erwies sich besonders an trüben Wintertagen und gegenüber den optisch leicht reizbaren antennenamputierten Tieren als sehr zweckmäßig.

Wahl der Versuchstiere

Als Versuchstier wählte ich die rote Waldameise, *Formica rufa* L. (*Formica rufa rufo-pratensis major*, die mittlere rote Waldameise) und *Rhodnius prolixus* STAL, eine tropische Wanze aus der Familie der Reduviiden. Diese Wahl, die auf den ersten Blick etwas merkwürdig erscheinen mag, erfolgte aus verschiedenen Gründen.

Ich benötigte vor allem ein Objekt, das für Ausschaltungsexperimente geeignet war. Aus diesem Grunde schieden Mücken von vornherein aus. Sie waren, wie alle bisherigen Untersucher bestätigen (s. u. a. Wiesmann u. Lotmar), gegenüber jeglichen Amputationen sehr empfindlich, so daß eine Entfernung der Fühler oder dergl. ohne größere Schädigung der Tiere unmöglich war.

Außerdem mußten sich die Untersuchungsobjekte möglichst gut mit den engen Raumverhältnissen im Olfaktometerrohr abfinden können. In einer Reihe von Vorversuchen erwiesen sich Fliegen (*Stomoxys*, *Musca*, *Calliphora*) als wenig geeignet, da sie bei der geringsten Reizung aufflogen, und zwar nicht nach der Seite, sondern nach oben. Dabei schlugen sie sofort mit großer Wucht gegen die Glaswandung, wurden dadurch noch erregter und kamen erst nach geraumer Zeit wieder einigermaßen zur Ruhe. Ferner kam bei einer Besetzung mit mehr als 20 Fliegen, die aber unbedingt nötig war, noch eine erhebliche gegenseitige Beunruhigung hinzu.

Formica rufa wählte ich deshalb, weil diese Art leicht zu beschaffen war, über die Lokalisation des Geruchssinnes noch nichts Näheres bekannt war und von Utzinger (1951) und R. Geigy u. Utzinger (1953) ein sog. Ameisen-Test zur ersten Prüfung der Repellentwirksamkeit chemischer Verbindungen empfohlen worden war. In morphologischer Hinsicht wurden die Antennen verschiedener Ameisenarten bereits von Krausse, 1907 (zit. bei Stitz, 1939) auf ihre Sinnesorgane untersucht. Demnach befinden sich auf dem Schaft nur Sensilla trichodea, während auf den einzelnen Geißelgliedern außerdem sog. Sensilla trichodea curvata, basiconica, coeloconica und ampullacea vorkommen; die meisten dieser Sensillen trägt das Endglied. Alle Sinnesorgane, die man heute als Chemorezeptoren anspricht, befinden sich also auf der Geißel, so daß eine Amputation der Geißel zum Verlust des antennalen Geruchssinnes, wenn nicht des Geruchssinnes überhaupt führen müßte.

Die Tiere stammten aus Nestern in jungen Mischwaldbeständen des Berliner Grunewaldes, wurden etwa jede Woche frisch geholt und in großen sog. Mäusegläsern unter Zugabe von Nestmaterial und Bodenstreu ohne Nahrung gehalten.

Rhodnius prolixus schien mir deshalb sehr geeignet, weil diese Art das ganze Jahr über zur Verfügung steht, gut zu züchten ist, an enge Raumverhältnisse gewöhnt ist und schon von Wigglesworth u. Gillett (1934) auf ihre sinnesphysiologischen Fähigkeiten untersucht wurde.

Danach tragen Scapus und Pedicellus sowie der proximale Teil des ersten Flagellumgliedes die charakteristischen kräftigen, an der Spitze gesägten Körperhaare; nur auf dem Pedicellus befinden sich wenige, sehr lange, trichobothrienartige Haare. Der größte Teil des ersten Flagellumgliedes und das gesamte zweite Flagellumglied sind dagegen dicht mit vier verschiedenen Haarformen bedeckt, die auf eigentümlichen, stärker chitinierten Querleisten stehen. Zum Typ I gehören ziemlich lange Borsten, deren Spitze leicht gespalten ist, und die von einem kleinen, beweglichen Sockel ausgehen. Typ II ist sehr viel kleiner und am Ende nicht spitz, sondern stumpf. Typ III ist schlanker und spitzer als II und am zahlreichsten vertreten. Typ IV ist sehr kurz und nur in geringer Zahl vorhanden. (Abb. 4.)

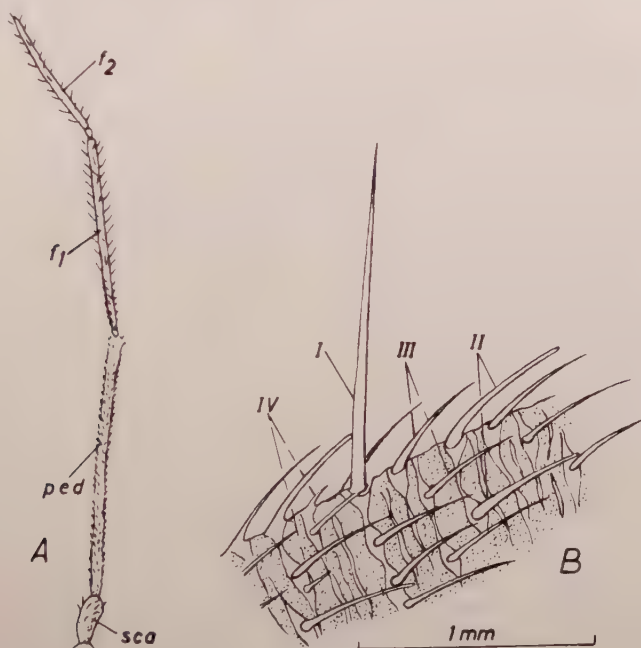


Abb. 4. *Rhodnius prolixus*. — A. Gesamte Antenne, sca = Scapus, ped = Pedicellus, f = die beiden Flagellumglieder. — B. Teil eines Flagellumgliedes mit den vier verschiedenen Sensillentypen (s. Text) (nach Wigglesworth u. Gillett, 1934)

Wigglesworth u. Gillett nahmen an, daß Typ I der Wahrnehmung von Tastreizen und Typ II von chemischen Reizen dient, während Typ III und vielleicht auch IV unter Umständen Wärmereize aufnehmen könnten. Eine sichere Entscheidung war aber bei den Typen II—IV unmöglich, da ihre

Verteilung (s. Abb.) die Ausschaltung eines einzelnen Sensillentyps unmöglich machte.

Dennoch könnte man erwarten, daß die Amputation der beiden Flagellumglieder zu einem Verlust des antennalen Geruchsvermögens, wenn nicht des Geruchssinnes überhaupt führt.

Die Tiere entstammten einer Zucht, die von Herrn Prof. Dr. Hase in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, unterhalten wird.

Sowohl die Ameisen als auch *Rhodnius* konnten zwar recht gut auf dem Glase des Olfaktometerrohres laufen, bevorzugten aber rauhere Oberflächen. Sie hielten sich daher in den Vorversuchen immer wieder an den Korken auf und versuchten hinter diese zu flüchten, sobald sie durch das einströmende Repellent stärker gereizt wurden. Dieses Verhalten konnte leicht zu falschen Ergebnissen führen, da als Flucht nur eine Flucht aus der Repellenthälfte, nicht aber eine anders gerichtete, gewertet werden konnte. Es wurden deshalb passende Trichter eingesetzt, durch die nicht nur gleichmäßige „Bodenverhältnisse“, sondern gleichzeitig auch gleichmäßigere Strömungsverhältnisse im Rohr geschaffen wurden. Die Zahl der Versuchstiere wechselte etwas, betrug aber durchschnittlich 25 Tiere pro Versuch.

Nachdem die Tiere in das Rohr gebracht waren, wurde sofort die Wasserstrahlpumpe angestellt, aber statt der „Repellentflasche“ eine „Normalflasche“, d. h. eine leere Flasche, genommen. Die Tiere gewöhnten sich bald an die neue Umgebung und den gleichmäßigen, warmen und feuchten Luftstrom und kamen allmählich zur Ruhe. Die Ameisen begannen sich zu putzen oder zu ruhen, während einige als „Kundschafter“ auch weiterhin umherliefen. *Rhodnius* kam dagegen, dem großen Versteckbedürfnis entsprechend, meist erst zur Ruhe, wenn möglichst viele Tiere einen „Haufen“ gebildet hatten. Erst wenn Ruhe herrschte, wurde mit dem eigentlichen Versuch begonnen, indem so schnell und vorsichtig wie möglich statt der Normalflasche eine Repellentflasche eingeschaltet wurde.

Die Versuche dauerten im allgemeinen jeweils eine Stunde.

Zum Protokollieren wurden schematische Skizzen des Olfaktometerrohres angefertigt und nach 0, 5, 10, 15, 20, 30, 45 und 60 Minuten (bei ungewöhnlichen Ereignissen auch häufiger) die Verteilung der Tiere in diese eingezeichnet. Auf diese Weise war es auch nachträglich ohne weiteres möglich, den Beginn einer Fluchtwelle bzw. das allgemeine Verhalten der Tiere in bestimmten Versuchsphasen nachzuprüfen.

Außerdem wurde jeweils die durchschnittliche Tierzahl in der Repellenthälfte notiert. Diese Zahlen wurden zum Schluß jeweils für die einzelnen Zeiten addiert und daraus die prozentuale Änderung der Tierzahl seit Versuchsbeginn berechnet. Mit Hilfe der so erhaltenen Werte wurde die Änderung der Tierzahl in Abhängigkeit von der Zeit graphisch dargestellt und damit eine sehr übersichtliche Darstellung der Repellentwirksamkeit der einzelnen Verbindungen möglich.

Versuche mit *Formica rufa*

Sobald die normalen Tiere einen ihnen „unangenehmen“ Geruch bemerkten, nahmen sie die Fühler ruckartig aus der Ruhelage hoch und begannen die Luft „abzutasten“. War es ihnen dabei nicht möglich, die Richtung, aus der der „unangenehme“ Geruch kam, fest-

zustellen, so liefen sie kurz hin und her, wobei die Fühler weiterhin eifrig suchten. Hatten sie die Existenz und Strömungsrichtung des Repellent ermittelt, so flüchteten sie. In der Normallufthälfte angekommen, beruhigten sich die Tiere bald und begannen sich zu putzen oder auszuruhen. Vielfach aber kehrten sie bei stärkerer Reizung wieder um und prüften wiederholt die Verhältnisse im Repellentteil. Man konnte aus diesem Grunde nie mit Sicherheit entscheiden, wieviel der ursprünglich vorhandenen Tiere tatsächlich geflüchtet waren und wieviel schon wieder, wenn auch nur kurzfristig, zurückgekehrt waren.

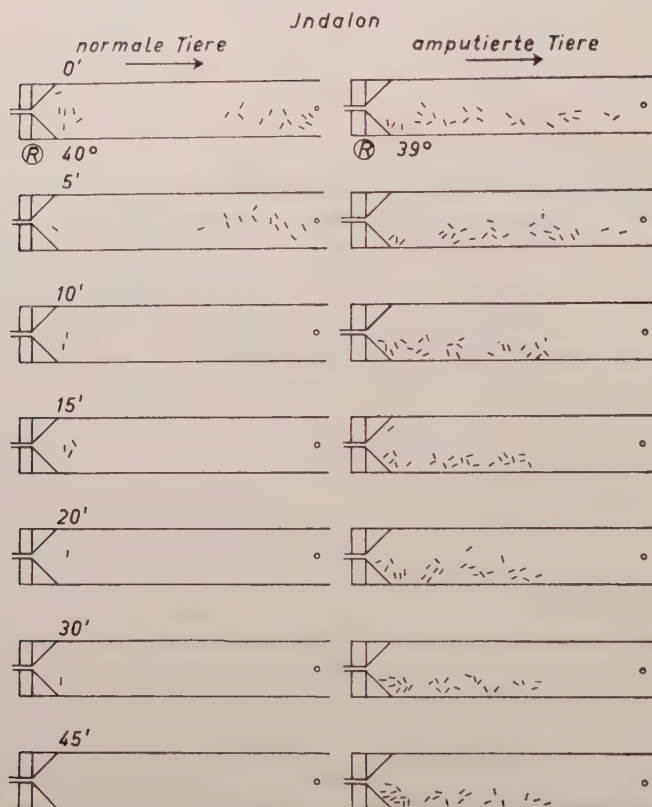
Die Zahl der seit dem Versuchsbeginn im Repellentteil vorhandenen Tiere ist daher fast immer kleiner als die für die jeweilige Zeit protokollierte Zahl. Bei einem Vergleich der Wirksamkeit verschiedener Repellents untereinander spielt diese Differenz aber keine größere Rolle, da sie ja bei allen in fast gleicher Weise vorhanden ist.

Die amputierten Tiere, die nur noch etwa vier Fünftel des Scapus besaßen, waren noch recht munter und angriffslustig, sobald sie optisch gereizt wurden. Man mußte daher in der Nähe der Versuchsapparatur jede schnellere Bewegung vermeiden. Sonst wirkten sie aber deutlich vorsichtiger in ihren Bewegungen als normale Tiere. Gegenüber den hier untersuchten Repellents verhielten sie sich vollkommen indifferent. Sie benahmen sich ihnen gegenüber wie in Normalluft, d. h. sie putzten sich, ruhten oder liefen umher.

Eine Ausnahme bildete nur der Isopropylalkohol, der infolge seiner starken insektiziden Wirkung die Tiere sehr schnell reizte und zur Flucht veranlaßte. Sie kamen aber, im Gegensatz zu den normalen Tieren, meist nicht sehr weit, da sie weder die Richtung, aus der die Gefahr drohte, genau feststellen noch schnell genug flüchten konnten, um der tödlichen Gefahr zu entgehen.

Am besten kann vielleicht ein Protokollbeispiel zeigen, wie normale und antennenamputierte *Formica rufa* auf ein sehr wirksames Repellent (Indalon) reagierten (Abb. 5). Die Skizzen stellen jeweils die Repellenthälfte des Rohres mit den Korken und Trichtern an den Enden und der Saugöffnung in der Mitte dar. Links oben ist die Zeit seit dem Versuchsbeginn, darunter die Temperatur im Wasserbad notiert; ein Pfeil gibt die Richtung des Repellentstromes an. Jeder Strich bedeutet ein Tier und deutet zugleich so gut wie möglich seine Stellung an. Auf der linken Hälfte der Abbildung ist jeweils das Verhalten von normalen, auf der rechten Seite das von antennenamputierten Ameisen zu sehen.

Während die normalen Tiere praktisch nach zehn Minuten geflüchtet waren und nur vereinzelte Tiere noch im Repellentteil verblieben bzw. Rückwanderer waren, begaben sich die antennenamputierten Ameisen

Formica rufa

Indalon

In der Repellenthälfte befanden sich nach:

		0'	5'	10'	15'	20'	30'	45'	60'
Normale Tiere	Tierzahl	169	111	65	40	30	29	27	—
	Prozent	100	66	38	24	18	17	16	—
Antennen- amputierte Tiere	Tierzahl	178	180	176	174	174	171	169	171
	Prozent	100	101	99	98	98	96	95	96

Nur in zwei Versuchen blieben die meisten Tiere im Repellentteil oder kehrten, nachdem sie zunächst geflüchtet waren, später doch wieder zurück. Worauf diese Versager zurückzuführen sind, ist mir vollkommen unverständlich. Durch sie wurden in der Tabelle (normale Tiere) die relativ hohen Tierzahlen bei 30 und 45 Minuten, die nach den übrigen Versuchen nur wenig über Null gewesen wären, verursacht.

Dimethylphthalat und Dimethylcarbat

Diese beiden Verbindungen zeigten etwa die gleiche Wirksamkeit gegenüber *Formica rufa* und können deshalb gemeinsam behandelt werden.

Die normalen Tiere schienen beide Verbindungen zwar als unangenehm zu empfinden, reagierten aber längst nicht so heftig wie beim Indalon. Die „Flucht“ war meist nur ein ruhiges Abwandern und begann nur sehr langsam und zögernd.

Die antennenamputierten Tiere reagierten, ebenso wie beim Indalon überhaupt nicht, sondern verhielten sich wie in normaler Luft.

Dimethylphthalat

In der Repellenthälfte befanden sich nach:

		0'	5'	10'	15'	20'	30'	45'	60'
Normale Tiere	Tierzahl	302	244	202	182	160	133	116	90
	Prozent	100	81	67	60	53	44	38	30
Antennen- amputierte Tiere	Tierzahl	85	84	88	84	84	83	86	—
	Prozent	100	99	104	99	99	98	101	—

Dimethylcarbat

In der Repellenthälfte befanden sich nach:

		0'	5'	10'	15'	20'	30'	45'	60'
Normale Tiere	Tierzahl	157	157	135	108	90	63	42	—
	Prozent	100	100	86	69	57	40	27	—
Antennen- amputierte Tiere	Tierzahl	85	87	90	90	90	88	86	89
	Prozent	100	102	106	106	106	104	101	105

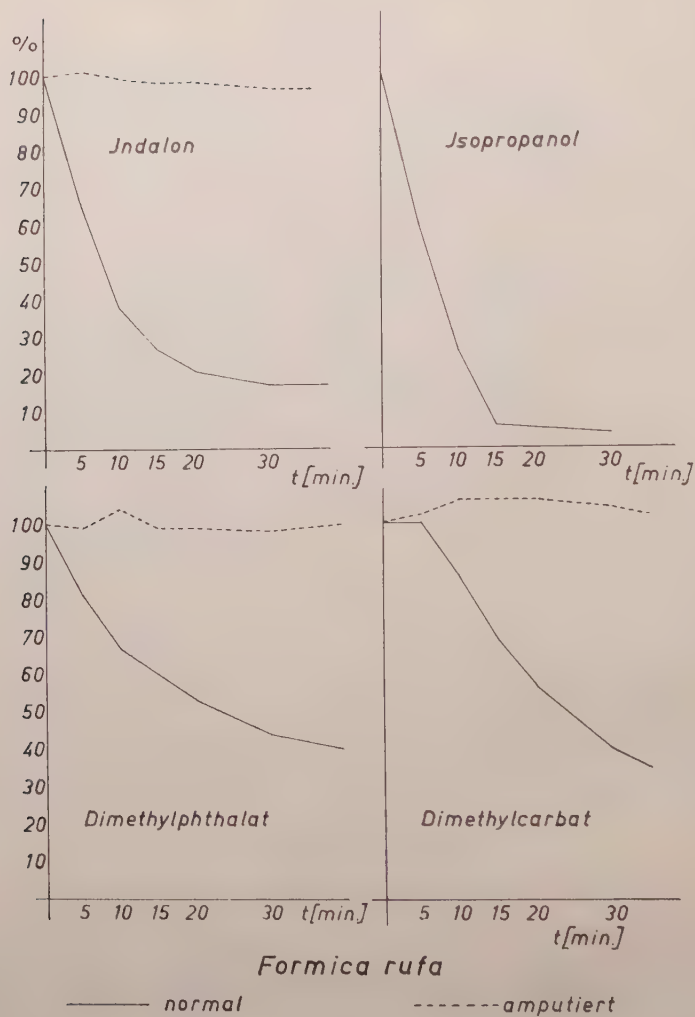


Abb. 6. Graphische Darstellung der Ergebnisse

Äthylhexandiol

In der Repellenthälfte befanden sich nach:

		0'	5'	10'	15'	30'	45'
Normale Tiere	Tierzahl	87	82	85	70	79	74
	Prozent	100	94	97	80	91	85

Benzoessäurediäthylamid

In der Repellenthälfte befanden sich nach:

		0'	5'	10'	15'	30'	45'	60'
Normale Tiere	Tierzahl	73	78	76	78	67	60	56
	Prozent	100	123	104	123	92	82	77

Formica rufa scheint weder Äthylhexandiol noch Benzoessäurediäthylamid mit den Chemorezeptoren wahrzunehmen. Beim Benzoessäurediäthylamid hängt das Absinken der Tierzahl nach mehr als 30 Minuten sicher mit einer beginnenden insektiziden Wirkung zusammen, denn vorher reagierten die Tiere überhaupt nicht auf diese Verbindung.

Isopropylalkohol

In der Repellenthälfte befanden sich nach:

		0'	5'	10'	15'	30'
Normale Tiere	Tierzahl	133	78	34	8	5
	Prozent	100	59	26	6	4

Der Isopropylalkohol wirkte außerordentlich stark auf *Formica rufa*. Hierfür kommt neben einer eventuellen Reizung der Chemorezeptoren vor allem die enorme insektizide Wirkung dieser Verbindung in Frage. Die antennenamputierten Tiere wurden — ebenso wie die normalen — schon nach kurzer Zeit sehr unruhig und versuchten zu fliehen. Da sie aber — im Gegensatz zu den normalen Tieren — nicht mehr imstande waren, die Richtung, aus der die Gefahr drohte, festzustellen, wurden sie bei ihren vergeblichen Orientierungsversuchen bald von der Giftwirkung erfaßt und getötet. Nur wenige, die bei Versuchsbeginn in der Nähe des Normalluftteils waren, konnten sich retten. Für die antennenamputierten Ameisen wurden deshalb überhaupt keine Zahlen angegeben; die Tiere gingen fast alle während der Versuche zugrunde.

 Untersuchung der insektiziden Wirkung bei
Formica rufa

Das Beispiel des Isopropylalkohols zeigt, daß die Lokalisation von Chemorezeptoren einfach unmöglich ist, wenn die untersuchte Verbindung eine mehr oder weniger starke insektizide Wirkung hat. Die allgemeine Reizwirkung, die ein solcher Stoff nach einiger Zeit auf das Insekt ausübt, kann eine Wirkung auf die Chemorezeptoren vortäuschen, unter Umständen aber auch einschließen.

Wiesmann u. Lotmar haben seinerzeit diesen Umstand übersehen. Sie konnten zu keinem befriedigenden Resultat kommen, weil in dem von ihnen untersuchten Präparat „Kik“ (s. S. 4) insektizide

Komponenten (Isopropylalkohol und Benzoessäurediäthylamid; das Ortho-Chlor-Benzoessäurediäthylamid wurde von mir nicht untersucht) enthalten waren.

Es schien mir daher notwendig zu sein, einmal nachzuprüfen, ob die übrigen von mir untersuchten Verbindungen nicht ebenfalls eine insektizide Wirkung entwickeln könnten, wenn die Einwirkungszeit entsprechend verlängert bzw. die Konzentration erhöht würde.

Zu diesem Zweck kamen die Tiere nicht in das Rohr, sondern in ein zylindrisches Glas (10 cm hoch, 6 cm Durchmesser), dessen Boden mit einem Stück Filterpapier bedeckt war, und das mit einem doppelt durchbohrten Korken verschlossen war. An die eine Öffnung wurde die Wasserstrahlpumpe angeschlossen, an die andere dieselbe Anordnung wie auf der Repellentseite des Olfaktometerrohres, d. h. die beiden Flaschen mit dem heizbaren Wasserbad. Unter diesen Bedingungen, die praktisch denen im Olfaktometerrohr entsprachen, zeigten die drei Repellents, die den Geruchssinn der Ameisen gereizt hatten (Indalon, Dimethylphthalat und Dimethylcarbat), innerhalb von sieben Stunden keinerlei insektizide Wirkung; ebenso waren auch das Äthylhexandiol und das Benzoessäurediäthylamid unter diesen Umständen nicht insektizid. Der Isopropylalkohol wirkte dagegen innerhalb von 30 bis 60 Minuten tödlich.

Die insektizide Wirkung wurde außerdem noch in einer zweiten Versuchsserie untersucht, wobei die Tiere in Schalen von 12 cm Durchmesser und 7 cm Höhe kamen, deren Boden mit Filterpapier ausgelegt war. Dieses Filterpapier wurde mit dem zu prüfenden Repellent getränkt. Auch in dieser Versuchsanordnung waren bei einer Dosis von 0,1 ccm nach sieben Stunden keine oder nur wenige Tiere geschädigt (Schädigungen fast nur beim Benzoessäurediäthylamid). Bei einer Erhöhung auf 0,2 und vor allem 0,5 ccm wirkten lediglich Benzoessäurediäthylamid und Dimethylcarbat stärker insektizid, während Indalon, Dimethylphthalat und Äthylhexandiol auch hierbei innerhalb von sieben Stunden keine nennenswerte Wirkung zeigten.

Es erscheint mir daher als einwandfrei erwiesen, daß *Formica rufa* Dimethylphthalat und Indalon (vielleicht auch Dimethylcarbat) allein mit Hilfe der Chemorezeptoren auf den Antennen bereits aus einiger Entfernung wahrnehmen kann.

Tiere, denen noch einige Geißelglieder belassen wurden, verhielten sich wie normale.

Ob auch noch andere Chemorezeptoren, z. B. an den Palpen, gereizt werden, konnte in dieser Versuchsanordnung nicht einwandfrei nachgewiesen werden. Auf Grund des vollkommen indifferenten Verhaltens der antennenamputierten Ameisen erscheint es aber sehr unwahrscheinlich.

Man kann also annehmen, daß *Formica rufa rufo-pratensis major* die drei genannten Repellents nur mit den Chemorezeptoren auf den Geißelgliedern ihrer Antennen wahrnimmt. Dieses Ergebnis stimmt mit dem von v. Frisch (1921) und Frings (1944) überein, die beide feststellten, daß die Honigbiene die von ihnen untersuchten Geruchsstoffe nur mit den letzten acht Geißelgliedern der Antennen wahrzunehmen vermag.

Versuche mit *Rhodnius prolixus*

Das Verhalten von *Rhodnius prolixus* im Olfaktometerrohr wurde bereits von Wiesmann u. Lotmar (1949) untersucht. Beim „Kik“ zeigten die Tiere bei Versuchsbeginn eine leichte Unruhe, beruhigten sich aber schon nach kurzer Zeit wieder. „Das Kik besitzt somit gegenüber *Rhodnius* in Gasform keine deutlich wahrnehmbare Repellentwirkung.“ Beim Dimethylphthalat dagegen flüchteten 55 bis 70 % aus der Repellenthälfte, während sich der Rest nach kurzer Zeit wieder normal verhielt und sitzen blieb.

In meinen eigenen Versuchen sollte nun nicht nur gezeigt werden, daß die Tiere etwas wahrnahmen, sondern vor allem womit sie es wahrnahmen. Dazu wurden ebenfalls wieder die Antennen amputiert, was bei *Rhodnius* sehr einfach ist, da die Tiere kaum bluten und außerordentlich widerstandsfähig sind (die Ameisen bluten erheblich stärker und greifen sich nach der Amputation gegenseitig sehr heftig an, da sie nicht mehr erkennen können, daß sie zum gleichen Nest gehören).

Sobald normale Tiere einen „unangenehmen“ Duftstoff wahrnahmen, begannen sie lebhaft zu fühlern. Konnten sie die Richtung, aus der er kam, nicht sogleich feststellen, so liefen sie kurz hin und her, wobei sie die Luft eifrig „abtasteten“. Hatten sie die Richtung ermittelt, so begannen sie in schnellem Lauf zu fliehen. Im Gegensatz zu den Ameisen gab es aber erstaunlicherweise kaum Rückwanderer. Sobald nämlich die Tiere aus der Normallufthälfte kommend, an der Absaugstelle (in der Mitte des Rohres) den Repellentteil erreichten, blieben sie ruckartig stehen, untersuchten gründlich die Luft und kehrten auf der Stelle wieder um.

Daraus kann man schließen, daß erstens die Grenze zwischen Repellent- und Normalluftteil ziemlich scharf sein muß und zweitens, daß *Rhodnius* Geruchseindrücke sehr genau zu lokalisieren vermag.

In den Versuchen mit normalen Tieren wirkte sich die durch das starke Versteckbedürfnis der Wanzen bedingte Haufenbildung insofern unangenehm aus, als durch sie eine verringerte Fluchtgeschwindigkeit zustande kam. Bei geringerer Reizung reagierten meist nur die Tiere

am Rande des Haufens, während bei starker Reizung sich der Haufen zunächst etwas lockerte, um dann schlagartig auseinanderzufallen. Das Ganze dauerte aber fast immer länger als die Flucht einzeln sitzender Tiere.

Antennenamputierte Tiere, denen die beiden Flagellumglieder fehlten, zeigten dieses Verhalten nicht mehr. Bis auf den Isopropylalkohol waren ihnen alle untersuchten Verbindungen „gleichgültig“. Sie verhielten sich in beiden Rohrteilen vollkommen gleichartig, so daß man aus ihrem Verhalten nicht auf eine „Grenze“ (zwischen Repellent- und Normallufthälfte) schließen konnte. Ihnen kam es nur auf Wärme und Versteckmöglichkeiten an. Tiere, denen drei und alle vier Antennenglieder fehlten, waren im Gegensatz zu den Befunden von Wigglesworth u. Gillett (1934) durchaus noch munter. Sie wanderten ebenso wie die anderen amputierten Tiere im Rohr umher, suchten sich zu verstecken, indem sie zu Haufen zusammenkrochen, und kopulierten, ganz gleich in welcher Hälfte des Rohres sie sich gerade befanden.

Indalon

Ebenso wie bei den Ameisen wirkte das Indalon auch bei *Rhodnius* als stärkstes Repellent.

In der Repellenthälfte befanden sich nach:

		0'	5'	10'	15'	30'	45'	60'
Normale Tiere	Tierzahl	170	147	138	124	65	48	46
	Prozent	100	86	81	73	38	28	27
2 Glieder amputiert	Tierzahl	291	286	294	283	271	280	269
	Prozent	100	98	101	97	93	96	92

Weitere Amputationen brachten nur eine Bestätigung dieses Ergebnisses. Die, gegenüber den Versuchen mit *Formica rufa*, größeren Schwankungen der Tierzahlen (bei den amputierten Tieren) entstanden dadurch, daß fast immer einige Wanzen von einem Ende des Rohres zum anderen liefen, um ein geeignetes Versteck zu finden.

In der Repellenthälfte befanden sich nach:

		0'	5'	10'	15'	20'	30'	45'	60'
3 Glieder amputiert	Tierzahl	177	183	179	171	172	175	181	179
	Prozent	100	103	101	97	97	99	102	101
4 Glieder amputiert	Tierzahl	80	83	76	73	78	87	88	77
	Prozent	100	104	95	91	98	109	110	96

Ebenso auffallend wie in der graphischen Darstellung (Änderung der Tierzahl mit der Zeit) war auch im Verhalten der Unterschied zwischen

normalen und amputierten Tieren, so daß kein Zweifel besteht, daß *Rhodnius* das Indalon nur mit den Chemorezeptoren auf den beiden letzten Antennengliedern, dem Flagellum, wahrnimmt.

Dimethylphthalat

In der Repellenthälfte befanden sich nach:

		0'	5'	10'	15'	30'	45'
Normale Tiere	Tierzahl	195	184	152	138	109	102
	Prozent	100	94	78	71	56	52

Dimethylcarbat

In der Repellenthälfte befanden sich nach:

		0'	5'	10'	15'	30'	45'	60'
Normale Tiere	Tierzahl	74	76	75	74	67	54	53
	Prozent	100	102	101	100	91	73	72

Dimethylphthalat und Dimethylcarbat wirkten sehr viel schwächer als das Indalon. Die Tiere flüchteten zwar zum Teil, aber meist langsamer als beim Indalon. Wegen dieser geringen und unsicheren Wirkung wurde auf Versuche mit antennenamputierten Tieren verzichtet

Äthylhexandiol

In der Repellenthälfte befanden sich nach:

		0'	5'	10'	15'	30'	45'	60'
Normale Tiere	Tierzahl	86	84	83	83	80	70	70
	Prozent	100	98	97	97	93	81	81

Benzoessäurediäthylamid

In der Repellenthälfte befanden sich nach:

		0'	5'	10'	15'	30'	45'	60'
Normale Tiere	Tierzahl	84	80	78	86	85	59	58
	Prozent	100	95	92	102	101	70	69

Diese beiden Verbindungen wurden offenbar überhaupt nicht mit den Chemorezeptoren wahrgenommen. Beim Benzoessäurediäthylamid möchte ich das Absinken der Tierzahl nach mehr als 30 Minuten nicht als Geruchswirkung, sondern als Irritation durch die beginnende insektizide Wirkung auffassen. Das Verhalten der Tiere deutete jedenfalls keineswegs auf eine Reizung von Chemorezeptoren.

Isopropylalkohol

Ebenso wie bei den Ameisen wirkte der Isopropylalkohol auch bei *Rhodnius* als stärkstes „Repellent“. Das beruht aber wohl in erster

Linie auf seiner starken insektiziden Wirkung. Ob auch eine Geruchswirkung vorliegt, ließ sich unter diesen Umständen nicht feststellen.

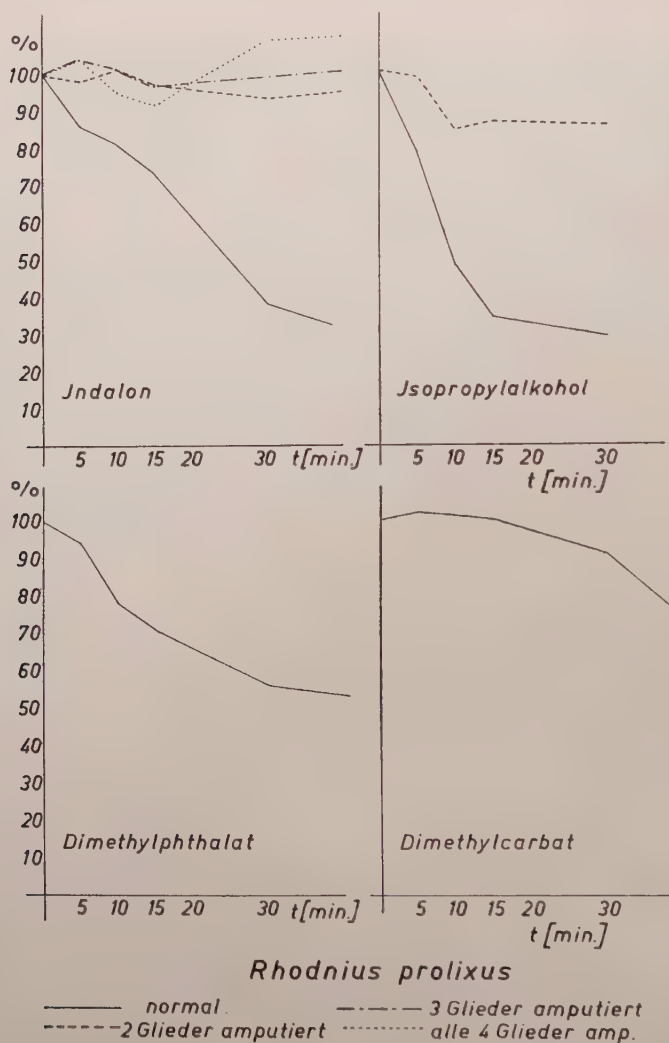


Abb. 7 Graphische Darstellung der Ergebnisse

Die amputierten Tiere versuchten zwar zu fliehen, kamen aber nicht weit, da sie nicht mehr imstande waren, die Strömungsrichtung festzustellen. Immerhin konnten einige (vielleicht durch Zufall) doch den gefährlichen Rohrteil verlassen.

In der Repellenthälfte befanden sich nach:

		0'	5'	10'	15'	30'
Normale Tiere	Tierzahl	157	123	75	53	45
	Prozent	100	78	48	34	29
2 Glieder amputiert	Tierzahl	182	178	153	157	154
	Prozent	100	98	84	86	85

Untersuchung der insektiziden Wirkung bei *Rhodnius prolixus*

Die Untersuchung der insektiziden Wirkung ergab, daß die für *Rhodnius* wahrnehmbaren Verbindungen (Indalon, Dimethylphthalat und Dimethylcarbat) weder in der Strömungsapparatur, die den Verhältnissen im Olfaktometerrohr entsprach, noch in der Schalenanordnung (0,5 ccm Repellent!) irgendeine erkennbare Wirkung verursachten. Trotz der außerordentlich hohen Konzentration in den Schalen, beruhigten sich die Tiere bald, kopulierten sogar und legten Eier. Nach über 24 Stunden war noch keine Schädigung zu erkennen.

Dagegen besaß der Isopropylalkohol, ebenso wie bei den Ameisen, eine außerordentlich starke insektizide Wirkung, denn er tötete die Tiere in der Strömungsapparatur schon in zwei bis drei Stunden (dabei mußte allerdings infolge der raschen Verdunstung der Filtrierpapierstreifen nach einer Stunde neu getränkt werden), in den Schalen (bei 0,5 ccm) sogar schon innerhalb von 60 bis 90 Minuten.

Zusammenfassend läßt sich zu den Versuchen im Olfaktometerrohr sagen:

1. Mehrere Mittel sind imstande, sowohl gegenüber *Formica rufa rufo-pratensis major* als auch gegenüber *Rhodnius prolixus* eine Distanzwirkung auszuüben. Die verschiedene Stärke dieser Wirkung (bei Indalon, Dimethylphthalat und Dimethylcarbat) läßt allerdings vermuten, daß die für diese Verbindungen empfindlichen Chemorezeptoren bei den Ameisen empfindlicher sind als bei *Rhodnius*.
2. Alle drei Verbindungen entwickelten unter den Versuchsbedingungen innerhalb von sieben Stunden keine beobachtbare Schädigung der Tiere, so daß für die Auslösung der Flucht nur die Reizung von Chemorezeptoren in Frage kommt.
3. Die Rezeptoren liegen bei *Formica rufa* auf der Antennengeißel und bei *Rhodnius prolixus* auf den beiden letzten Antennengliedern (Flagellum).

Diese Ergebnisse stimmen vollkommen mit den morphologischen Befunden von Krausse (*Formica*) und Wigglesworth u. Gillett (*Rhodnius*) überein.

4. Die Flucht kann aber auch durch eine insektizide Wirkung, die möglicherweise mit einer Chemorezeptorenreizung gekoppelt ist, zustande kommen, z. B. beim Isopropylalkohol.
5. Es ist sehr erstaunlich, daß ein so gutes Mückenrepellent wie das Äthylhexandiol bei den hier untersuchten Arten überhaupt nicht wirkte. Ich möchte daher den Ameisen-Test von Utzinger (1951) und Geigy u. Utzinger (1953), der zur ersten Prüfung chemischer Verbindungen auf Repellentwirksamkeit dienen soll, nicht empfehlen. Man kann, was auch die hier durchgeführten Untersuchungen zeigen, keinesfalls die Wahrnehmungsfähigkeiten einer Art auf andere Arten übertragen. Die Repellentwirksamkeit einer Verbindung kann nur an der fraglichen Art selbst ermittelt werden.

c) Die Reizung des Tast- und Geschmackssinnes

Diese beiden Sinne, die an sich wohl nichts miteinander zu tun haben, sollen hier aus zwei Gründen gemeinsam behandelt werden:

1. Ihre Bedeutung für die Wahrnehmung von Repellents wurde am gleichen Objekt und nach der gleichen Methode untersucht.
2. Der Tastsinn mußte zuerst untersucht werden, um dem Einwand zu begegnen, es könne sich bei der Reizung durch Repellents um eine Einwirkung auf den Tastsinn, nicht aber auf den Geschmackssinn, handeln.

Christophers (1947) und Sarkaria u. Brown (1952) vermuteten aus dem Verhalten von Mücken auf der mit einem Repellent behandelten Haut, daß manche Mittel in erster Linie den Geschmackssinn der Blutsauger reizen.

Experimentell wurde diese Frage aber erst von Wiesmann und Lotmar (1949) untersucht. Sie zogen auf einer Glasplatte, die auf 32 Grad C erwärmt wurde, einen Ring von 10 cm Durchmesser und 2 cm Breite und verteilten auf diesem Streifen 0,1 ccm Kik (s. o.). Dann wurden die Versuchstiere in den Mittelpunkt des Kreises gebracht (geflügelte wurden entflügelt) und ihr Verhalten beim Berühren des Kik beobachtet. Auf diese Weise konnte allerdings mehr die Stärke der Repellentwirkung gegenüber der Fluchttendenz geprüft werden als eine Reizung tarsaler Geschmacksorgane. Vor allem ist gegen diese Versuchsanordnung einzuwenden, daß die Bedeutung des Tastsinnes nur allzu leicht übersehen werden kann! Bei den Versuchsobjekten (*Musca domestica*, *Stomoxys calcitrans*, *Rhodnius prolixus* und *Cimex lectularius*) war nur bei den Bettwanzen die abschreckende Wirkung

stärker als die Fluchttenzendenz. Versuche mit tarsenlosen Fliegen (*Musca* und *Stomoxys*, denen die Tarsenglieder abgeschnitten oder mit Zello-selack behandelt wurden und deren Verhalten gegenüber einer normalen bzw. einer mit Kik behandelten Hand verglichen wurde) „zeitigten in der Frage nach der tarsalen Wirkung des Kik keine wichtigeren Resultate“! Nur „bei *Musca* scheinen tarsale Reizungen bei der Wahrnehmung des Kik mitbeteiligt zu sein“.

Methodik

Als Versuchstier wählte ich *Calliphora erythrocephala* Meig., die blaue Schmeißfliege, auch Brummer genannt. Diese Art bzw. die nahe verwandte *Calliphora vomitoria* wurden bereits von Minnich (1929, 1931) und Haslinger (1935) auf ihr Geschmacksvermögen untersucht. Minnich entwickelte für seine Versuche eine sehr einfache Methode. Er befestigte die Fliegen in Rückenlage auf einem kleinen Wachsblöckchen und untersuchte dann ihr tartales Geschmacksvermögen, indem er die Tarsen in die zu prüfende Lösung tauchte, oder diese mit Pinsel oder Nadel an die zu untersuchenden Organe brachte. War das Tier hungrig und empfand es die gebotene Lösung als angenehm, so streckte es den Rüssel aus und versuchte zu saugen. Diese Methode ist neben der durch von Frisch eingeführten Dressurmethode zur Standardmethode bei derartigen Untersuchungen geworden.

Für die Untersuchung der tarsalen Reizwirkung von Repellents schien sie mir aber weniger geeignet, da eine negative Reaktion, im Gegensatz zur positiven (= Rüsselstrecken) nicht klar genug erkennbar ist. Typische negative Reaktionen sind zum Beispiel: wildes Auffliegen, kurzes und erregtes Flügelschwirren, ein eigentümliches kurzes Trippeln usw. Derartige Bewegungen kann man aber nur feststellen, wenn die Tiere sich frei bewegen können. Ich benutzte daher bei meinen Versuchen die in Abb. 8 dargestellte Anordnung.

Abb. 8. Anordnung zur Untersuchung des Tast- und Geschmackssinnes. Der Deutlichkeit halber sind ausnahmsweise gleich mehrere Tiere in der Schale. Die Repellentseite ist durch ein R gekennzeichnet. Alle Tiere sind bereits beim Saugen auf der Zuckerseite. Nur das vorderste und hinterste Tier stehen noch mit den Hintertarsen auf der Repellentseite (s. Text)



Der Boden einer Schale von etwa 12 cm Durchmesser und 7 cm Höhe, wie man sie auch für alle möglichen Zuchten verwendet, wurde mit zwei Filterhälften ausgelegt (Schleicher u. Schüll Nr. 595, 11 cm Durchmesser) und jeweils die eine Hälfte mit 0,2 bis 0,3 ccm des zu prüfenden Repellents oder Paraffinöl, die andere mit aqua dest. oder 10% Traubenzuckerlösung ge-

tränkt. Da die Fliegen häufig an den Wänden hochlaufen, wurde die Wand über der Repellenthälfte ebenfalls sehr dünn (!) mit dem betreffenden Mittel ausgewischt. Dann wurde die Schale auf eine weiße Unterlage gestellt, eine Glasplatte aufgelegt und ein bis zwei Tiere hineingesetzt.

Die Zucht von *Calliphora erythrocephala* ist sehr einfach. Diese Art hat weder eine Diapause noch irgendwelche Depressionserscheinungen und steht deshalb das ganze Jahr über in beliebiger Menge zur Verfügung. Die Tiere entstammten einer Zucht, die von Herrn Dr. Kirchberg im Max v. Pettenkofer-Institut unterhalten wird.

Man hält *Calliphora* am besten in großen Zuchtkästen, wie sie auch für die Stubenfliegenzucht verwendet werden. Zur Eiablage werden Schalen mit Fleischstücken in den Käfig gestellt (am besten bewährte sich mageres Schweinefleisch). Sind die Fleischstücke ausreichend belegt, so kommen die Schalen in zylinderförmige Pappbehälter, die mit einem gut schließenden Deckel versehen sind; auf diese Weise vermeidet man, daß der Gestank des zersetzten Fleisches die Zuchträume verpestet. Der Boden der Behälter wird mit einer Schicht von Sägespänen bedeckt, in denen sich die erwachsenen Larven verpuppen können. Finden die wanderlustigen verpuppungsreifen Larven nicht zu den Sägespänen, so kann man ihnen einen Zellstoffstreifen als Wegweiser vom Fleisch in die Sägespäne legen. Damit erreicht man meist einen vollen Erfolg. Die Puppen werden ausgesiebt, in kleine Schalen gefüllt und bei etwa 25° C gehalten.

Die ersten (meist wenigen) Tiere, die schlüpften, wurden nicht zu den Versuchen verwendet; sie kamen in den großen Zuchtkasten. In den folgenden drei Tagen schlüpfte dann das Gros der Fliegen. Die Schale mit den Puppen wurde daher jeden Tag in einen leeren Käfig gesetzt, so daß jeder Käfig Tiere gleichen Alters enthielt. Das Alter der Versuchstiere spielte aber bei diesen qualitativen Versuchen keine Rolle (s. u.); trotzdem wurden nur Tiere im Alter von drei bis acht Tagen verwendet. Wesentlich war der Hungerzustand (s. u.); wenn nicht anders angegeben, hatten die Tiere zwei bis drei Tage gehungert, waren aber wassergesättigt. Für jeden Versuch wurden neue Fliegen genommen, so daß eine Gewöhnung ausgeschlossen war.

Untersuchungen über den Tastsinn

Paraffinöl schien mir das geeignete Mittel zu sein, um das Verhalten von *Calliphora* gegenüber einem indifferenten Stoff zu prüfen, der durch seine ölige Konsistenz Ähnlichkeit mit manchen Repellents hat.

Die eine Filterhälfte wurde mit 0,2 ccm Paraffinöl, die andere mit 0,3 ccm 10 % Traubenzuckerlösung getränkt und die Seitenwand über der ölgetränkten Hälfte ganz dünn mit Paraffinöl eingerieben. Die Tiere, die häufig an der unbehandelten Wand herumliefen und sich putzten, hielten sich an der öligen Wand nie lange auf. Die Dauer ihres Aufenthaltes hing weitgehend von der Stärke des Ölfilms ab. Sobald die Tiere einmal stillsaßen, konnte man sehen, daß sie auf dem glitschigen Glase keinen Halt fanden. Sie rutschten langsam immer weiter nach unten, auch wenn sie mit allen sechs Beinen auf der Glasfläche waren. Unter diesen Umständen war ein Putzen natürlich unmöglich und allein schon deshalb dürfte den putzfreudigen Tieren ein längerer Aufenthalt verleidet worden sein.

Wichtiger als das Verhalten der Fliegen an der öligen Glaswand war aber ihr Verhalten auf einer rauhen, öligen Unterlage. Bei der ersten unerwarteten Berührung schreckten die Tiere vielfach zurück, flogen kurz auf oder beschleunigten nur ihr Tempo. Man konnte dieses „Erschrecken“ aber nicht mit einem Gereiztwerden verwechseln. Es wurde sehr schnell überwunden und die Fliegen fanden sich sehr bald mit den etwas ungewohnten Bodenverhältnissen ab. Sie putzten sich bald in aller Ruhe den ganzen Körper und ruhten sich beliebig lange auf der mit Paraffinöl getränkten Hälfte aus. Insgesamt wurden 100 Tiere geprüft, die alle das hier geschilderte Verhalten zeigten.

In einer weiteren Versuchsserie wurde den Tieren die Wahl zwischen einer Paraffinöl-getränkten und einer Repellent-getränkten Filterhälfte überlassen, wobei nur die Seitenwand über der Repellenthälfte ganz dünn mit Paraffinöl eingerieben wurde.

Zunächst wurde 2-Äthylhexandiol-1,3 als Repellent genommen. Diese Verbindung zeichnet sich durch eine außerordentlich hohe Viskosität aus: $678 \text{ poise} \cdot 10^{-3}$ bei 35 Grad C (Svirbely u. Mitarb. 1949); für Dimethylphthalat, das anschließend geprüft wurde, beträgt sie dagegen nur $89,0 \text{ poise} \cdot 10^{-3}$ bei 35 Grad C (Svirbely u. Mitarb.) und für das als Vergleichsmittel benutzte Paraffinöl $12,8 \text{ poise} \cdot 10^{-2}$ (d'Ans-Lax, 1934) bei 20 Grad C. Mit dieser hohen Viskosität hängt auch wohl das ungewöhnlich langsame Eindringen und Verteilen im Filterpapier zusammen. Die Tiere verhielten sich deshalb auf frisch getränktem Papier (10 bis 15 Minuten nach dem Auftragen) vollkommen anders als auf Papier, das bereits längere Zeit gelegen hatte (3 Stunden). Das frisch mit Äthylhexandiol getränkte Papier wurde ebenso gemieden wie übermäßig mit Paraffinöl behandeltes. Dabei flogen die Tiere beim ersten Berühren der öligen Seite erschreckt auf; dieses Auffliegen war aber mehr ein Hüpfen, das nur so lange fortgesetzt wurde, bis eine ungefährliche Stelle erreicht war. Sie zogen sich jeweils auf die weniger ölige Seite zurück, bevorzugten also das kleinere Übel. Waren beide Seiten gleich ölig, so war die durchschnittliche Verteilung der Fliegen ebenfalls gleich. Die Tiere wanderten ohne zu stocken von einer Hälfte zur anderen und putzten sich, wo es ihnen gerade „einfiel“ und solange sie wollten.

Es wurden insgesamt über 50 Tiere untersucht, die alle das geschilderte Verhalten zeigten.

Sehr interessant war das Verhalten der Fliegen, wenn eine mit Dimethylphthalat und eine mit Paraffinöl getränkte Hälfte geboten wurde. Hier spielte das Alter des Belages überhaupt keine Rolle. Ein drei Stunden alter Belag wirkte genau so wie ein frischer und selbst ein 20 Stunden alter Belag zeigte noch die volle Wirkung.

Sobald die Fliegen die Repellentseite auch nur mit den Tarsenspitzen berührten, spürten sie offensichtlich einen Reiz. Es traten sofort ganz charakteristische Reaktionen auf. Entweder flogen die Tiere sofort und sehr erregt auf, was sich von dem leichten „Erschrecken“ beim Berühren einer öligen Stelle durchaus unterscheiden ließ, da es im allgemeinen mit viel größerer Vehemenz erfolgte, oder sie kehrten schleunigst um. Waren sie versehentlich zu weit auf die Repellentseite geraten, so blieben sie plötzlich einen Augenblick prüfend stehen, schwirrten dann, teilweise mehrfach, kurz und erregt mit den Flügeln, um sofort in schnellstem Laufe, durch kurze und schnelle Hüpfer oder durch wildes Auffliegen den Gefahrenbereich zu verlassen. Sehr charakteristisch war dabei vor allem das kurze, geradezu „wütende“ Flügelschwirren, dem meist das wilde Auffliegen folgte. Trafen die Tiere beim Landen wiederholt auf die mit Dimethylphthalat getränkte Filterhälfte, so wurden sie immer erregter, bis sie schließlich wie von Sinnen durch die Schale rasten und nur allmählich wieder zur Ruhe kamen. Nach einiger Zeit begannen die Fliegen den gefährlichen Schalenteil zu meiden und versammelten sich auf der mit Paraffinöl behandelten Seite, wo sie sich ausgiebig putzten und ruhten. Es spielte bei diesen Versuchen keine Rolle, von welcher Seite das Licht einfiel. Bemerkenswert war auch, daß selbst ein ziemlich öliger Belag (mehr als 0.3 ccm Paraffinöl), der den Tieren offensichtlich nicht sonderlich gefiel, der Dimethylphthalatseite vorgezogen wurde.

Es wurden 50 Fliegen geprüft, die alle das hier geschilderte Verhalten zeigten.

Aus all diesen Beobachtungen scheint mir hervorzugehen, daß der tarsale Tastsinn bei der Wahrnehmung der Repellents durchaus eine Rolle spielen kann.

Mittel, die in verhältnismäßig dicker Schicht auf die Haut gebracht worden sind, und nur langsam in diese einzudringen vermögen, können wahrscheinlich allein schon durch ihre Reizwirkung auf die Tastsinnesorgane viele Blutsauger eine Zeit lang abschrecken oder zumindest vom Stich abhalten.

Untersuchungen über den Geschmackssinn

Über die Verbreitung von Chemorezeptoren bei *Calliphora*-Arten wissen wir bisher folgendes:

Die Antennen tragen Geruchsorgane (Hartung, 1935; Frings, 1941), die nur auf dem stark verdickten Endglied liegen können; Liebermann (1926) unterschied vier verschiedene Sensillentypen:

1. einfache Geruchskegel,
2. einfache Grubenkegel,

3. zusammengesetzte, ungekammerte Gruben,
4. zusammengesetzte, gekammerte Gruben.

Frings (1941) konnte zeigen, daß auch die Labellen Geruchsorgane tragen können, mit denen allein die Fliegen aber wohl nicht in der Lage sind, sich in einem Geruchsgefälle zu orientieren. Frühere Untersucher, die eine Versuchsanordnung benutzten, in der eine solche Orientierung erforderlich war, übersahen deshalb diesen „labellaren Geruchssinn“, während Frings ihn bei *Cynomyia cadaverina* mit Hilfe der Dressurmethode sehr überzeugend nachweisen konnte. Es ist sehr wahrscheinlich, worauf schon Frings hinwies, daß *Calliphora* ebenfalls über derartige Geruchsorgane an den Labellen verfügt. Außerdem tragen die Labellen vor allem Geschmacksorgane (Minnich, 1931; Haslinger, 1935); Morphologisch wurden diese Organe vor allem von Graham-Smith (1930) und L. Tinbergen (1940) untersucht. Es handelt sich um zwei verschiedene Typen (Abb. 9 bis 11):

1. Verschieden lange Haare mit stumpfem Ende, die von einem Kanal ohne sichtbaren Ausführgang durchzogen werden (Tinbergen); nach Graham-Smith handelt es sich nicht um einen Kanal, sondern um eine Rinne. Diese Haare stehen auf den Randpartien des Labellums und werden als Macrochaetae (Graham-Smith), Marginalborsten (Minnich) oder Marginalhaare (Tinbergen) bezeichnet.

Unter ihnen kommt noch eine Sonderform vor, die man „Sockelborsten“ nennen könnte. Eine Gruppe mit besonders hohen Sockeln befindet sich auf der Epifurca, während die übrigen in einer Reihe in der Verlängerung der Epifurca nach vorn und hinten auf dem Labellumrand stehen. Dabei werden ihre Sockel immer niedriger, so daß ein allmählicher Übergang zu den normalen Marginalborsten entsteht (Abb. 9).

2. Zwischen den Pseudotracheen bzw. an ihrem distalen Ende befinden sich Sensilla basiconica (Abb. 11).

Die Funktion dieser Strukturen ist im einzelnen noch ungeklärt. Sicher ist nur, daß die langen Randhaare am Labellum als Geschmacksorgane fungieren können (Minnich, 1931).

Neben den Geschmacksorganen an den Labellen besitzen die Calliphoren auch noch Geschmacksorgane an den Tarsen (Minnich, 1929; Haslinger, 1935). Minnich konnte bei *Calliphora vomitoria* nachweisen, daß die Rezeptoren, zumindest bei den Vorderbeinen, auf allen Tarsengliedern und mindestens noch auf dem distalen Teil der Tibia liegen müßten.



Abb. 9. Epifurca (die querliegende Chitinleiste) mit Verbindungsstück zur Furca. Auf der Epifurca stehen die „Sockelborsten“. Daneben eine Borstenreihe mit kurzen Sockeln. Alle übrigen sind normale Marginalborsten



Abb. 10. Gruppe verschieden langer Marginalborsten, für die das stumpfe Ende und der exzentrisch verlaufende Kanal im Innern charakteristisch ist. Die kleinen Punkte sind winzige, nicht innervierte Chitinhärenchen.

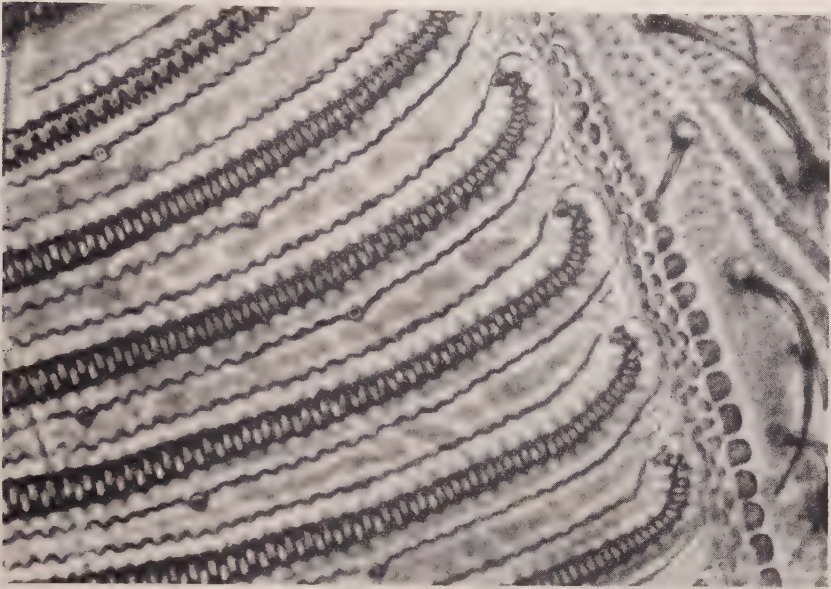


Abb. 11. Labellumrand. Am Ende der Pseudotracheen die terminalen Chemo-
rezeptoren. Zwischen den Pseudotracheen auf den geschlängelten Syndes-
mosen weitere Rezeptoren. Oberhalb der Pseudotracheen liegen die klei-
neren und größeren Plättchen; ganz oben sind die ersten Marginalborsten zu
sehen

Betrachtet man daraufhin ein Beinpräparat von *Call. erythrocephala*, so fallen sofort Haargebilde auf, die auf allen Tarsengliedern und der Tibia vorkommen (Abb. 12 bis 14). Es sind leicht gebogene, zarte Haare, die senkrecht auf den Beingliedern stehen und an den Enden stumpf sind, während die übrigen Borsten mehr oder weniger schräg zu den einzelnen Gliedern geneigt sind, dunkel gefärbt sind und in eine Spitze auslaufen. Die Mehrzahl dieser Haare steht auf der Ventralseite der Tarsenglieder. Histologisch wurden sie von Tinbergen (1940) unter-

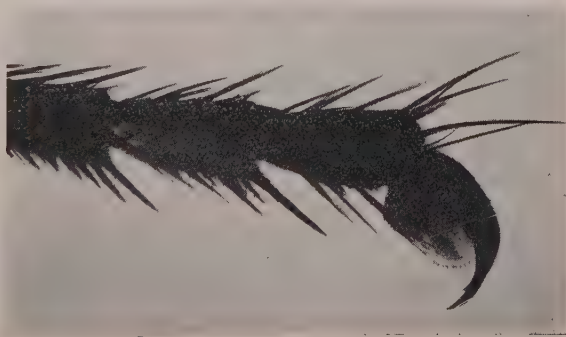


Abb. 12. Einige Tar-
senglieder, die die
unterschiedliche Zahl
und Verteilung der
Chemorezeptoren an
den einzelnen Glie-
dern zeigen



Abb. 13. Ausschnitt aus Abb. 12, der die charakteristische Form und schwache Chitinisierung der Chemorezeptoren erkennen läßt

sucht. Danach sind sie ähnlich gebaut wie die Marginalborsten am Labellum, d. h. sie besitzen nur eine dünne Chitinwand und ebenfalls den exzentrisch gelegenen, charakteristischen Kanal.

Diese eigentümliche Form, Stellung und Verteilung, läßt es im Zusammenhang mit den Beobachtungen Minnichs als sehr wahrscheinlich erscheinen, daß es sich hierbei um die tarsalen Chemorezeptoren handelt. Außerdem konnte Lewis (1954) bei ganz ähnlich gebauten Strukturen von *Phormia* (*Protophormia*) *terraenovae* nachweisen, daß es Chemorezeptoren sind.



Abb. 14. Stark vergrößerte Ventralansicht des 3. Tarsengliedes

Bei allen hier genannten Sinnesorganen, die dem histologischen Bild nach als Chemorezeptoren aufzufassen sind, wissen wir nur sehr wenig über die Beziehungen zwischen Struktur und Funktion, d. h. welche Rezeptoren Geruchs- und welche Geschmacksorgane sind. Es schien mir daher sehr interessant zu sein, die Frage der Interferenz von Geruch und Geschmack mit Hilfe der Repellents zu untersuchen.

Eine derartige Interferenz war eigentlich von vornherein zu erwarten, da einige Verbindungen sehr eindeutig den Geruchssinn der roten Waldameise, *Formica rufa*, und der Wanze *Rhodnius prolixus* gereizt hatten und nach den Untersuchungen über den Tastsinn eine Reizung der tarsalen Geschmacksorgane von *Calliphora* zu erwarten war. Nach den Ergebnissen von Frings (1941) interessierte mich vor allem die Funktion der Chemorezeptoren am Labellum.

Ich versuchte daher durch wechselnde Ausschaltung von Antennen, Labellen und Tarsen festzustellen, mit welchen Organen die untersuchten Repellents wahrgenommen werden.

Äthylhexandiol

Die Beobachtungen über das Verhalten von *Calliphora erythrocephala* gegenüber Äthylhexandiol und Paraffinöl, vor allem die Gleichgültigkeit gegenüber dünnen bzw. stärker in das Filter eingezogenen, älteren Belägen, legten die Vermutung nahe, daß diese Verbindung, vor allem auf Grund ihrer öligen Konsistenz, nur den Tastsinn der Fliegen zu reizen vermag und auch das nur unter bestimmten Bedingungen.

Entsprechende Versuche, bei denen den Tieren statt des Paraffinöls Traubenzuckerlösung (10 %) geboten wurde, bestätigten diese Vermutung. Ein frischer Belag wirkte auf die Mehrzahl der Fliegen abschreckend. Von 255 untersuchten Fliegen reagierten 239 ausgesprochen negativ, während ihnen ein mehr als drei Stunden alter Belag ziemlich gleichgültig war. Sie liefen darauf herum, als ob es sich nur um einen dünnen Paraffinölbelaag handelte.

Dimethylphthalat

Das Verhalten von *Calliphora* bei den Untersuchungen über den tarsalen Tastsinn deute schon darauf hin, daß dieses Mittel auch die Chemorezeptoren reizen könnte. Zunächst wurden daher die Schalenversuche mit verschiedenen getränkten Filterhälften fortgesetzt.

Ein Vorversuch sollte zeigen, ob sich Unterschiede im Hungerzustand auf das Wahrnehmungsvermögen der Tiere auswirken. Dabei wurden Tiere verschiedenen Alters und aus verschiedenen Generationen genommen, die entweder vollkommen zuckergesättigt waren oder zwei

bis drei Tage gehungert hatten. In der Tabelle bedeutet: + positiv (ruhiges Saugen), = gleichgültig, — negative Reaktionen (Beschreibung s. o.).

Satte Tiere:					
Alter		Zucker		Repellent	
Generation	Tage	+	=	—	=
1.	4		23	15	8
2.	4		19	8	11
	5		3	2	1
	10		23	2	21
3.	5		50	12	38
	6		36	14	22
insgesamt:			154	53	101
Hungrige Tiere:					
1.	4	13	0	13	0
2.	4	36	15	48	3
	5	41	8	48	1
4.	1	5	10	12	3
	6	73	14	79	8
insgesamt:		168	47	200	15

Der Hungerzustand ist demnach von außerordentlicher Bedeutung, während das Alter offenbar keine Rolle spielt. In den folgenden Versuchen hatten die Tiere deshalb jeweils zwei bis drei Tage gehungert, waren aber wassergesättigt. Die einzelnen Versuchsserien wurden ebenfalls mit verschiedenen Generationen durchgeführt, wobei die Tiere drei bis acht Tage alt waren (meist vier bis sechs Tage). Antennen bzw. Labellen wurden mit einer kleinen Präparierschere unter dem Binokular abgeschnitten. Obwohl bei Insekten kein Operationsschock zu erwarten ist (v. Frisch, 1921; Wigglesworth u. Gillett, 1934), ließ ich die Tiere nach der Operation mindestens zwei Stunden lang in Ruhe. Nach dieser Zeit waren die Wunden verschlossen, so daß die Repellents nicht auf die Hämolymphe wirken konnten und die Tiere hatten sich beruhigt.

Normal		Antennen amputiert		Antennen und Labellen amputiert	
—	=	—	=	—	=
140	11	45	5	109	13
12	3	30	2	36	4
67	5	45	0	23	0
120	2			71	1
339	21	120	7	239	18

Die Zeichen — und = bedeuten negative Reaktionen (s. o.) bzw. gleichgültiges Verhalten gegenüber dem Repellent.

Die amputierten Tiere verhielten sich genau so wie die normalen; sie flogen nur nicht so leicht auf, was aber wahrscheinlich damit zusammenhing, daß ihnen mit der Amputation der Antennen nicht allein der Geruchssinn, sondern außerdem wichtige Kontrollorgane für den Flug genommen wurden. Die übrigen negativen Reaktionen waren bei ihnen aber so deutlich ausgeprägt, daß man ganz klar die Reizwirkung erkennen konnte.

Sehr auffällig war das Verhalten der Calliphoren in folgenden Situationen:

1. Kamen die Tiere von irgendwoher und spürten plötzlich Zucker- geschmack, so schoß der Rüssel mit außerordentlicher Geschwindigkeit hervor und das Saugen begann. Besonders auffallend war dies, wenn die Tiere von der Seitenwand oder der Deckscheibe der Versuchsschale kommend auf dem Boden der Zuckerhälfte landeten. Im Moment des Berührens schoß auch schon der Rüssel hervor und die Fliegen blieben wie angewurzelt sitzen, um zu saugen.

2. Kamen sie von der Repellentseite, ohne vorher längere Zeit mit dem Dimethylphthalat in Berührung gewesen zu sein, so wurde der Rüssel hervorgeschnellt, sobald die Vordertarsen den Zucker spürten. Blieben dabei die Mittel- und Hintertarsen auf der Repellentseite, so wurden die Tiere sehr bald unruhig. Bei geringerer Reizung wurden zunächst die Hintertarsen ausgiebig geputzt. Nach wiederholtem Putzen begannen die Tiere dann, ohne vom Saugen abzulassen, unruhig zu trappeln und herumzuschwenken. Half auch das nicht, so schwirrten sie kurz und sehr erregt mit den Flügeln, um schließlich das Saugen plötzlich zu unterbrechen und weiterzuwandern. Bei stärkerer Reizung trat dagegen sofort das charakteristische kurze und energische Schwirren auf und gleich darauf erfolgte der Platzwechsel, meist laufend, selten durch einen Hüpf; das wilde Auffliegen trat in dieser Situation kaum auf.

Das Geschmacksvermögen der Mittel- und Hintertarsen scheint demnach, ebenso wie für Zucker, auch für Dimethylphthalat geringer zu sein als das der Vordertarsen, denn ich konnte nie beobachten, daß die Tiere den Rüssel streckten, sobald die Mittel- und Hintertarsen den Zucker und die Vordertarsen das Repellent berührten. In jedem Falle suchten die Fliegen aber zu erreichen, daß sie an allen Beinen Zucker spürten.

3. Oftmals kam es vor, daß die Fliegen ihr Saugen auf der Zuckerseite unterbrachen, um eine günstigere Stelle zu suchen. In diesem Falle wurde der Rüssel nicht erst wieder eingezogen, sondern tupfte ununterbrochen prüfend den Boden ab. Geriet das Tier dabei ver-

sehentlich auf das Dimethylphthalat, so wurde der Rüssel nicht etwa schleunigst eingezogen, sondern das Tupfen ging ruhig weiter. Es wurde aber sehr bald von dem kurzen und erregten Flügelschwirren begleitet und binnen kurzem änderte sich die Haltung der Vorderbeine, das Tempo wurde beschleunigt, der Rüssel halb eingezogen und schließlich setzte die Flucht ein. Das gleiche Verhalten konnte man auch beobachten, wenn man die Tiere beim Zuckersaugen vorsichtig unterbrach und auf die Repellenthälfte setzte. Es bestand demnach die Möglichkeit, daß die Rezeptoren an den Labellen das Dimethylphthalat nicht wahrgenommen oder gar als angenehm empfunden hatten. Zum Saugakt konnte es aber nicht kommen, da offensichtlich die Rezeptoren an den Tarsen „höchste Gefahr“ meldeten. Reaktionen auf diese Meldung waren vor allem das charakteristische Flügelschwirren und die Änderung der Beinhaltung. Die Flucht könnte nur dadurch verzögert worden sein, daß die zur Flucht nötige Erregung den Schwellenwert noch nicht erreicht hatte, bzw. ein Teil der Erregung dadurch kompensiert wurde, daß von den Rezeptoren an den Labellen keine bestätigende, wenn nicht gar eine entgegengesetzte Meldung wie von den Rezeptoren an den Tarsen kam.

Die folgenden Versuche sollten deshalb zeigen, wie die Tiere nach Ausschaltung der Tarsen reagieren.

Zunächst wurde versucht, dies durch Lacken zu erreichen. Leider stellte sich aber heraus, daß die hier verwendeten Repellents, Dimethylphthalat und Benzoesäurediäthylamid, die üblichen Lacke lösen; Dimethylphthalat ist ja ein viel verwendeter Weichmacher in der Kunststoffindustrie. Bienenwachs war ebenfalls nicht geeignet, da es zu schnell abgescheuert wurde.

Die mit Zelluloselack behandelten Tiere reagierten zunächst weder auf Zucker noch auf Dimethylphthalat. Nach mehr oder weniger langer Zeit, je nach Stärke des Lackfilmes, begannen sie aber doch unruhig zu werden, da sich der Lösungsprozeß bemerkbar machte. Auf diese Weise konnte zwar sehr wahrscheinlich gemacht werden, daß das Dimethylphthalat nur mit den Tarsen wahrgenommen wird, dieser Nachweis schien mir aber nicht ganz befriedigend zu sein. Von 158 Tieren reagierten nur 5 negativ, während 153 gleichgültig gegenüber dem Repellent waren.

In einer weiteren Versuchsserie wurde deshalb ein anderer Weg zur Ausschaltung der Tarsen eingeschlagen (Abb. 15).

Ein mit Dimethylphthalat getränktes Filter lag auf einer Glasplatte, während der untere Rand der umgestülpten und mit einfachem Mull verschlossenen Schale durch Glasstreifen in 1 mm Abstand vom Filter gehalten wurde. Die Fliegen traten nicht, wie man leicht annehmen könnte, durch die groben Maschen des Mulls hindurch, sondern setzten

Abb. 15. Versuchsanordnung, in der ein Kontakt der Tiere mit dem untersuchten Repellent verhindert wird



alle Tarsenglieder sehr flach an. Auf diese Weise konnten sie trotz des geringen Abstandes zwischen Stoff und Filter den Belag nie berühren. Zunächst waren die Fliegen, wie immer in einer neuen Umgebung, sehr unruhig in der Schale. Mit der Zeit beruhigten sie sich aber und hielten sich mehr und mehr auf dem Mull auf. Das mit Dimethylphthalat getränkte Filter befand sich entweder von vornherein unter der Schale, oder es wurde vorsichtig untergeschoben, sobald sich die Tiere beruhigt hatten. Wenn die Fliegen infolge Lichteinfalls von oben dauernd an der Decke saßen, wurde das Ganze einfach umgedreht und statt des sonst üblichen Filters eine mit Dimethylphthalat behandelte Glasplatte aufgelegt; für den nötigen Abstand sorgten auch hier wieder dazwischengelegte Glasstreifen. Es wurden insgesamt 100 Tiere geprüft.

In keiner dieser Versuchsanordnungen konnte jedoch eine negative Reaktion auf das Dimethylphthalat beobachtet werden. Damit schien mir eindeutig genug bewiesen, daß die Chemorezeptoren an den Antennen und wahrscheinlich auch die an den Labellen nicht negativ auf Dimethylphthalat reagieren. Aus dem Verhalten der Fliegen in der vorigen Versuchsserie war aber zu erkennen, daß die Chemorezeptoren an den Beinen eindeutig negativ auf diese Verbindung ansprechen.

Eine Orientierung zur Reizquelle war in dieser Versuchsanordnung nicht erforderlich, so daß die hierzu unfähigen Rezeptoren am Labellum (Frings) im Falle einer Reizwirkung irgendeine Reaktion hervorrufen mußten. Daß eine solche nicht auftrat, schien mir nur ein Hinweis zu sein, daß diese Rezeptoren das Dimethylphthalat nicht als unangenehm empfanden.

Ein weiterer Versuch sollte das aber noch deutlicher zeigen. Dazu wurden hungrige, wassergesättigte Tiere rücklings auf ein Plastilinblöckchen gelegt und mit einem kleinen Kupferdrahtbügel festgehalten. Die Flügel wurden ein wenig gestutzt, so daß die Tiere sich



Abb. 16. Saugversuch nach der Methode von Minnich. Sobald das Tier mit den Chemorezeptoren der Beine festgestellt hat, daß die Flüssigkeit annehmbar ist, streckt es den Rüssel aus und beginnt zu saugen

nicht so leicht wieder befreien konnten. Dann wurde das Blöckchen auf einen Halter gesteckt und wiederholt nachgeprüft, ob die Tiere auch wirklich wassergesättigt waren. Hatten sie auch nach mehrfacher Prüfung keinen Durst mehr gezeigt, so wurden ihnen die Beine amputiert (die Vorderbeine bis zu den Coxen, um ein Eintauchen der Stümpfe und Reaktionen zwischen Repellent und Hämolymphe zu vermeiden). Nach einer Erholungspause wurde ihnen dann in einem flachen Blockschälchen Dimethylphthalat geboten. Dabei wurden die Fliegen so herangeführt, daß sie die Flüssigkeit schon rein optisch erkennen mußten, nämlich als spiegelnde Fläche. Sobald sie nun dicht über ihr hingen, begannen sie die Antennen zu heben und mit dem Rüssel zu vibrieren. Viele streckten den Rüssel sofort ganz aus und begannen, sobald sie die Flüssigkeit erreicht hatten, eifrig zu saugen. Bei Tieren, die den Rüssel nicht selbständig ausstreckten, genügte ein sehr vorsichtiges Eindippen der langen Randhaare des meist leicht vorgestreckten Labellums, um auch sie zum Saugen zu bewegen. Viele saugten sich in einem Zuge voll; andere unterbrachen das Saugen zeitweilig, um aber immer wieder von sich aus von neuem zu beginnen. Wenige Stunden nach Aufnahme des Dimethylphthalats waren die meisten Tiere tot.

Von 51 Fliegen weigerte sich nur eine einzige zu saugen!

Damit schien mir klar genug bewiesen zu sein, daß *Calliphora erythrocephala* das Dimethylphthalat nur mit den Chemorezeptoren an den Beinen, nicht aber mit den Chemorezeptoren an den Antennen und Labellen wahrnehmen kann.

Benzoessäurediäthylamid

Das Benzoessäurediäthylamid erwies sich als ungünstiger, da es schon unter den üblichen Versuchsbedingungen in relativ kurzer Zeit eine tödliche Atemgiftwirkung entwickelte. Die Reaktionen von *Calliphora*

erythrocephala auf diese Verbindung waren viel ausgeprägter als beim Dimethylphthalat. Nur sehr selten verhielt sich ein Tier gegenüber diesem Mittel gleichgültig. In der folgenden Tabelle bedeutet ein — wieder Flucht, ein — gleichgültiges Verhalten gegenüber dem Repellent.

Normal		Antennen amputiert		Antennen und Labellen amputiert	
80	0	80	0	30	0
80	0	10	0	46	0
90	0	70	0	74	0
78	2			80	1
42	0				
370	2	160	0	230	1

Eine Ausschaltung des tarsalen Geschmackssinnes durch Lacken der Tarsen war, wie bereits erwähnt, unmöglich, da die üblichen Lacke vom Benzoessäurediäthylamid gelöst werden. Es wurde daher zur Ausschaltung dieser Organe die gleiche Methode wie bei den Dimethylphthalat-Versuchen angewendet. Sobald die Tiere ruhig geworden waren, wurden sie über das mit Benzoessäurediäthylamid getränkte Filter gesetzt. Sie blieben aber nur ganz kurze Zeit, höchstens 1 bis 4 Minuten, still sitzen. Dann begann ein kurzes, heftiges Putzen der Vordertarsen, manchmal auch noch der Hintertarsen, und die Tiere flüchteten so schnell sie konnten, laufend oder fliegend, zur Seitenwand oder Decke. Dort rannten sie rastlos umher, gerieten von Zeit zu Zeit wieder auf den Boden, um aber sofort wieder zu fliehen. Nach zwei bis drei Stunden zeigten die Fliegen Koordinationsstörungen und gingen nach drei bis vier Stunden ein.

Wurde statt der Schale ein entsprechend weiter Glaszylinder genommen und oben und unten mit Mull verschlossen, so hielten sich die Fliegen fast nur an der oberen Mullbespannung auf. Hier herrschte eine geringere Giftkonzentration, so daß sie sehr viel länger am Leben blieben. Sobald aber die obere Bespannung wenige Zentimeter über der Bodenbespannung im Innern des Zylinders angebracht wurde, starben die Tiere ebenso wie in den Schalenversuchen bereits nach drei bis vier Stunden.

Es wurden 100 Fliegen geprüft, die alle das hier geschilderte Verhalten zeigten.

Das Verhalten der Fliegen beim Kontakt mit Benzoessäurediäthylamid glich vollkommen dem Verhalten gegenüber Dimethylphthalat und dürfte unbedingt auf eine tarsale Geschmacksreizung zurückzuführen sein. Die Reizwirkung schien sogar erheblich stärker als beim Dime-

thylphalat zu sein. Diese Verstärkung könnte aber auch auf die beginnende insektizide Wirkung des Benzoessäurediäthylamids zurückzuführen sein, so daß die Tiere schon vor der Berührung erheblich erregter waren als beim Dimethylphthalat (Exzitationsphase).

Sehr auffallend war in diesem Zusammenhang das Verhalten von Fliegen, die auf der Zuckerhälfte beim Saugen waren. Schon nach kurzer Zeit wurden die Tiere unruhig, begannen Hintertarsen und Flügel zu putzen und kurz zu schwirren. Bald darauf wurde das Saugen kurz unterbrochen, da auch die Vordertarsen geputzt werden mußten. Dieser Wechsel von Saugen und Putzen wurde allmählich immer häufiger, bis schließlich die Flucht erfolgte. Sobald das Tier hierbei auf die Repellenthälfte stieß, traten verstärkt negative Reaktionen auf, so daß neben der Irritation durch die beginnende insektizide Wirkung ohne Zweifel auch noch eine tarsale Reizwirkung vorhanden war.

Besonders bemerkenswert war hierbei, daß die Fliegen auch dann mit dem für eine tarsale Geschmackswirkung typischen energischen Tarsenputzen reagierten, wenn sie gar keinen Kontakt mit dem Benzoessäurediäthylamid gehabt hatten, auf der Zuckerhälfte ebenso wie in der zweiten Versuchsanordnung, die einen Kontakt mit dem Repellent unmöglich machte. Wäre hierfür die allgemeine Irritierung durch die beginnende insektizide Wirkung verantwortlich, so hätten die Tiere sicher viel stärker Kopf und Flügel geputzt. Statt dessen putzten sie aber in erster Linie die Tarsen aller Beinpaare mit ungewöhnlicher Ausdauer und Heftigkeit.

Es besteht deshalb die Möglichkeit, daß das Benzoessäurediäthylamid die Chemorezeptoren an den Beinen von *Calliphora erythrocephala* nicht nur bei Kontakt, sondern auch in Gasform reizt!

Leider war ein eindeutiger Nachweis wegen der starken insektiziden Wirkung dieser Verbindung unmöglich.

Nach diesen Ergebnissen erwartete ich von den Saugversuchen (nach der Methode von Minnich), wie sie auch schon beim Dimethylphthalat durchgeführt wurden, höchstens ein negatives Ergebnis. Ich war aber sehr erstaunt, als die Tiere, die ja keinen tarsalen Geschmackssinn mehr hatten, diese Verbindung ebenso hemmungslos aufsogen wie das Dimethylphthalat. Lediglich vier Tiere, die aus anderen Gründen von vornherein geschädigt waren, weigerten sich zu saugen. Alle anderen saugen freiwillig oder nach ganz vorsichtigem Eindippen der langen Randhaare am Labellum. Bald nach dem Saugen erbrachen die Fliegen milchig-trüben Speichel und gingen nach kurzer Zeit ein.

Von 54 Tieren saugen nur die erwähnten vier nicht.

Interessehalber wurde auch noch das Äthylhexandiol geprüft, das ebenso wie die beiden anderen Verbindungen aufgenommen wurde.

Von 37 Tieren weigerten sich nur fünf zu saugen. Wahrscheinlich hängt dieses Ergebnis mit der außerordentlich hohen Viskosität des Äthylhexandiols zusammen.

Man könnte einwenden, daß die Tiere vor Hunger wahrscheinlich alles gesogen hätten. Dem stehen aber die Ergebnisse von Deonier (1939) entgegen, der gerade diese Frage untersuchte. In seinen Versuchen gingen Stubenfliegen eher ein, als daß sie von einer 1-M-Rohrzuckerlösung tranken, die eine wahrnehmbare Menge Quecksilberchlorid enthielten. Ferner zeigte sich, daß Labellen und Tarsen auf diese Verbindung reagierten, die Labellen aber schon bei geringeren Konzentrationen als die Tarsen. Wenn nun bei einer bestimmten Konzentration die Tarsen nur den Zuckeranteil der gebotenen Lösung schmeckten, so wurde wie üblich der Rüssel ausgestreckt. Sobald dieser aber den unangenehmen Beigeschmack wahrgenommen hatte, wurde er wieder eingezogen und das Tier weigerte sich hartnäckig zu saugen.

Im Gegensatz dazu streckten die Tiere in meinen eigenen Versuchen den Rüssel immer wieder freiwillig in das Repellent, wenn sie einmal für kurze Zeit den Saugakt unterbrochen hatten.

7. Diskussion der Ergebnisse

a) Allgemeines zur Chemorezeption

Diese Ergebnisse werfen nun einige Fragen von grundsätzlicher Bedeutung auf.

Man hat schon mehrfach Schwellenwertunterschiede zwischen Tarsen und Labellen bei Calliphoren beobachtet (Minnich, 1929 u. 1931, bei *Call. vomitoria* und Haslinger, 1935, bei *Call. erythrocephala*). So liegt nach den Untersuchungen von Haslinger der Schwellenwert der Tarsen für Glukose, Galaktose, Mannose, Trehalose, Cellobiose, Arabinose, Xylose, Fucose, Melzitose und Raffinose höher als der Schwellenwert der Labellen gegenüber diesen Verbindungen, während umgekehrt der Schwellenwert der Labellen für Fruktose, Saccharose und Maltose höher liegt als der entsprechende Schwellenwert der Tarsen.

Am interessantesten sind hierbei die Fälle, in denen die Labellen bestimmte Zucker, wenn auch in relativ hoher Konzentration, noch wahrnehmen, die Tarsen aber durch keine noch so hohe Konzentration gereizt werden können. Das gilt z. B. bei *Calliphora erythrocephala* für Rhamnose und Laktose. Während die Labellen imstande sind, Rhamnose (eine Methylpentose) in 1 molarer Konzentration und Laktose (ein Disaccharid) in 0,1 molarer Konzentration wahrzunehmen, sind die Tarsen gegenüber beiden Zuckern unempfindlich. Bei der Honigbiene stellte v. Frisch (1934) fest, daß sie Galaktose mit den Mundwerk-

zeugen in 2 molarer Konzentration festzustellen vermag, während sie nach den Untersuchungen von Kunze (1933) mit den Antennen überhaupt nicht imstande ist, diesen Zucker wahrzunehmen.

In all diesen Fällen wurde mit Lösungen gearbeitet, bei denen bekanntlich die Grenze des Lösungsvermögens durch das temperaturabhängige Löslichkeitsprodukt bestimmt wird. Bei einer gegebenen Temperatur ist daher nur eine bestimmte Menge des festen Körpers lösbar, eine bestimmte Konzentration der Lösung also nicht zu überschreiten. Man kann aus diesem Grunde nie wissen, ob z. B. Laktose oberhalb physiologischer Temperaturen nicht doch eine Lösungskonzentration erreicht, von der ab sie auch für die Rezeptoren an den Tarsen von *Calliphora erythrocephala* wahrnehmbar wird.

Minnich (1931) äußerte hierzu:

„This may merely mean that the threshold of the legs is higher than any concentration which it is physically possible to keep in solution at room temperature. In other words the difference between the legs and the mouth parts may be a quantitative one.“

Bei den von mir untersuchten Verbindungen handelte es sich aber nicht um Lösungen, sondern um reine Flüssigkeiten, deren Konzentration ja nicht mehr überschritten werden kann. Wenn auch in diesem Falle Verschiedenheiten in der Wahrnehmungsfähigkeit von labellaren und tarsalen Geschmacksorganen auftreten, so kann es sich hierbei nicht nur um quantitative, sondern dann muß es sich in diesem Falle um qualitative Unterschiede handeln!

Die Trennung von Geruch und Geschmack bei den Insekten ist seit jeher wenig befriedigend gewesen.

Im allgemeinen werden als Geruchsorgane diejenigen Rezeptoren aufgefaßt, die bereits geringe Konzentrationen flüchtiger Stoffe wahrnehmen, während die Geschmacksorgane erst auf höhere Konzentrationen von Flüssigkeiten und Lösungen reagieren, die bei Zimmertemperatur flüchtig oder auch nicht flüchtig sind.

Diese Definition versagt aber schon bei Bewohnern feuchter Substrate. Sehr klar zeigen das vor allem die Untersuchungen von Hodgson (1954) an dem Wasserkäfer *Laccophilus*. Während die Chemorezeptoren auf den Antennen bereits geringe Konzentrationen mancher Gase wahrnehmen, sprechen die Rezeptoren der Palpen im Bereich der erreichbaren Konzentrationen überhaupt nicht an. In beiden Fällen handelt es sich dabei um Sensilla basiconica, deren Zahl auf den Antennen aber geringer ist als auf den Palpen. Der niedrige Schwellenwert der Antennen kann daher nichts mit der Zahl der Rezeptoren zu tun haben, sondern muß mit besonderen Differenzierungen dieser

Organe zusammenhängen. H o d g s o n kommt schließlich zu dem Ergebnis, daß man bei diesem Käfer offenbar überhaupt nicht zwischen „Geruchs-“ und „Geschmacks-“organen, sondern nur zwischen Rezeptoren unterscheiden kann, die nur im Wasser und solchen, die im Wasser und in der Gasphase auf bestimmte Stoffe reagieren.

Ebenso wie bei den Bewohnern feuchter Substrate versagt die Definition von Geruch und Geschmack aber auch bei der Erklärung meiner eigenen Versuchsergebnisse.

Die Versuche mit *Formica rufa* und *Rhodnius prolixus* zeigen deutlich genug, daß die Repellents einen ausreichenden Dampfdruck besitzen, um die als „Geruchsorgane“ aufgefaßten Rezeptoren an den Antennen zu reizen. Diese Verbindungen müßten also auch auf die „Geruchsorgane“ an den Antennen von *Calliphora* wirken können. Statt dessen reizte das Dimethylphthalat (und vielleicht auch das Benzoesäurediäthylamid) nur die „Geschmackssensillen“ an den Beinen von *Calliphora erythrocephala*. Dieses unerwartete Ergebnis kann wohl nur so gedeutet werden, daß zuweilen bei einer Rezeptorenart eine außergewöhnliche Spezifität für bestimmte Verbindungen vorkommen kann, wobei eine Unterscheidung von Geruchs- und Geschmacksorganen entsprechend der üblichen Definition nicht mehr möglich ist.

Die Trennung von Geruchs- und Geschmacksorganen ist bei den Insekten aber nicht nur in physiologischer, sondern auch in morphologischer Hinsicht recht problematisch.

Es ist wohl kaum anzunehmen, daß die morphologische Verschiedenheit der Rezeptoren, wie z. B. auf den Antennen von Blattläusen oder im Rüssel von Schmetterlingen (von B ö r n e r in systematischer Hinsicht verwendet) nur ein Formenspiel der Natur ist. Vielmehr ist sie sehr wahrscheinlich ein besonders deutlicher Hinweis auf physiologische Verschiedenheiten, die aber auch in anderen Fällen, in denen uns die Rezeptoren gleichartig erscheinen, gegeben sein können.

Während bei den Wirbeltieren die Geruchsorgane von primären, die Geschmacksorgane aber von sekundären Sinneszellen versorgt werden, kommen bei den Insekten nur primäre Sinneszellen zur Innervierung der Chemorezeptoren in Frage.

Außerdem sind bei den Säugetieren und dem Menschen Geruchs- und Geschmacksorgane deutlich voneinander getrennt (Nase bzw. Mundhöhle), während die Verteilung der Chemorezeptoren bei den Insekten sehr viel komplizierter ist. So sind u. a.: bei *Nepa*, *Sigara* und *Corixa* (Hemiptera) außer an den Antennen auch an den Vorderbeinen Chemorezeptoren nachgewiesen worden (A b r a h a m, 1944); bei den Bienen kommen „Geruchsorgane“ an den Antennen (v. F r i s c h, 1921; F r i n g s, 1944) und „Geschmacksorgane“ an den Antennen und Mund-

werkzeugen vor (v. Frisch, 1934; Marshall, 1935; Kunze, 1933); bei parasitischen Hymenopteren (*Rhyssa*, *Bracon*, *Nemeritis*; Dethier, 1947) sowie bei *Gryllus* (Dethier u. Chadwick, 1948) existieren auch am Ovipositor Chemorezeptoren; und schließlich sind in den großen Gruppen der Lepidopteren, Trichopteren und Dipteren bei vielen Arten außer an den Antennen auch am oder im Rüssel und an den Beinen Chemorezeptoren gefunden worden (Minnich; Anderson, 1932; Tiensuu, 1951; u. a.), wobei besonders bemerkenswert ist, daß Frings (1941) am Labellum von *Cynomyia cadaverina* neben „Geschmacksorganen“ auch „Geruchsorgane“ nachweisen konnte; welche morphologischen Strukturen hierfür in Frage kommen, konnte er allerdings nicht zeigen.

Man nahm bisher immer an, daß sich die Geschmacksorgane an Labellen und Tarsen von *Calliphora* nur in quantitativer Hinsicht unterscheiden. Hier konnte aber mit Hilfe der Repellents gezeigt werden, daß auch Unterschiede qualitativer Art vorkommen können. Es müssen demnach mindestens zwei verschiedene Typen von „Geschmacksorganen“ existieren, von denen die einen an den Beinen von *Calliphora erythrocephala* liegen und Dimethylphthalat (und wahrscheinlich auch Benzoessäurediäthylamid) wahrnehmen können, während die anderen an den Labellen liegen und dazu nicht imstande sind.

Zwei verschiedene Rezeptorengruppen innerhalb des Geruchs- bzw. Geschmackssinnes nahmen auch Görnitz (1937) und Dethier (1953) an. Görnitz lockte *Notoxus* (Coleopt.) mit Cantharidin an und versuchte dabei, die Käfer durch Nelkenöl am Auffinden des Köders zu hindern, was trotz der starken Reizwirkung des Nelkenöls nicht gelang. (Leider untersuchte er nicht, ob das Nelkenöl ebenso wie das Cantharidin mit Chemorezeptoren wahrgenommen wird und nicht nur als Irritation infolge einer beginnenden insektiziden Wirkung.) Dethier untersuchte das Verhalten von *Phormia regina*; er tauchte ein Vorderbein der einen Körperseite in eine Lösung, die normalerweise angenommen wurde, und ein Vorderbein der anderen Seite in eine Lösung, die normalerweise abgelehnt wurde. Aus seinen Ergebnissen schloß er ebenfalls auf das Vorhandensein zweier verschiedener Rezeptorengruppen (Zucker- und Nicht-Zucker-Rezeptoren).

Alle hier angeführten Untersuchungsergebnisse lassen es meiner Meinung nach möglich erscheinen, daß früher oder später die Begriffe „Geruch“ und „Geschmack“ bei den Insekten fallen gelassen werden, und statt dessen nur noch von Chemorezeption gesprochen wird.

Für die weitere Arbeit auf diesem Gebiet könnte vielleicht eine Hypothese brauchbar sein, die unter Umständen imstande wäre, uns dem Kernproblem, das heißt den Vorgängen an der Oberfläche der

Chemorezeptoren, näherzubringen, und die folgendermaßen formuliert werden könnte:

Die Chemorezeptoren der Insekten sind aus Hautgebilden hervorgegangen, die im Laufe der Evolution sowohl in morphologischer wie in physiologischer Hinsicht verschieden stark differenziert oder reduziert wurden.

Ihre Oberfläche besteht bei den heutigen Insekten aus einem Mosaik oder einer Reihe von Schichten oder einer einheitlichen Schicht mit den Eigenschaften von Ionenaustauschern.

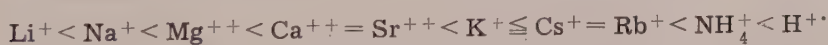
Der Begriff Ionenaustauschern kann nach Helfferich (1954) folgendermaßen definiert werden:

„Ein Ionenaustauscher besteht aus einem räumlich vernetzten, durch Haupt- oder auch durch Haupt- und Nebenvalenzen zusammengehaltenen Gerüst, in dem elektrisch geladene Gruppen eines Vorzeichens fest verankert sind. Die Ladung dieser ‚Festionen‘ oder ‚Ankerionen‘ (z. B.: $-\text{SO}_3$ oder $-\text{COO}$ bei Kationenaustauschern, $-\text{N}(\text{CH}_3)_3$ bei Anionenaustauschern) wird durch ‚Gegenionen‘ entgegengesetzten Vorzeichens kompensiert, die innerhalb des Austauschers an keinen bestimmten Platz gebunden und mithin beweglich sind. Sie können gegen eine äquivalente Menge anderer Ionen gleichen Vorzeichens ausgetauscht werden. In Berührung mit einer Lösung nimmt der Austauscher außerdem Lösungsmittel und unter geeigneten Bedingungen auch gelöste Stoffe unter Quellung auf. Die von Lösungsmittel, Gegenionen und gelösten Stoffen erfüllten Zwischenräume im Gerüst des Austauschers werden allgemein, wenn auch nicht sehr treffend, als ‚Poren‘ bezeichnet.“

Durch diese „Ionenaustauscher-Hypothese“ könnte vor allem die spezifische Wirkung der Chemorezeptoren erklärt werden. Die nötigen Strukturen könnten durchaus bei den Insekten vorkommen, ja man könnte sich vorstellen, daß hier ganz besonders komplizierte Strukturformen mit entsprechend komplizierten austauschaktiven Gruppen vorhanden sind. Derartige Differenzierungen sind aber die Grundlage für spezifische Wirkungen.

Sehr bemerkenswert erscheinen mir eine Reihe von Übereinstimmungen im Verhalten von künstlichen Ionenaustauschern und Chemorezeptoren gegenüber einigen zur Zeit schon genauer untersuchten Stoffen.

Frings stellte bei seinen Untersuchungen folgende Reihenfolge für die Zunahme des Schwellenwertes bei Kationen fest:



Sie gilt vor allem für *Periplaneta americana* und *Tabanus sulcifrons*, aber auch, soweit überhaupt untersucht, für manche Schmetterlingsraupen, das Kaninchen und den Menschen. Sie entspricht vollkommen

der lyotropen oder Hofmeisterschen Reihe, die u. a. bei Quellungsvorgängen und bei der Adsorption eine große Rolle spielt. Frings wies besonders auf die Übereinstimmung mit der Zunahme der Ionenbeweglichkeit hin, mußte aber zugeben, daß diese bei der gleich zu besprechenden Anionenreihe schon nicht mehr vorhanden ist.

Die Untersuchungen an künstlichen Ionenaustauschern haben nun gezeigt, daß die Affinität zwischen Ion und Austauscher eine ganz besondere Rolle beim Ionenaustausch spielt. Entsprechend der Größe dieser Affinität wird nämlich ein Ion mehr oder weniger stark vom Austauscher festgehalten. Ihre Zunahme ergibt bei den Kationen wiederum dieselbe Reihenfolge wie Frings u. a. sie für die Zunahme des Schwellenwertes ermittelten.

Diese Reihenfolge war bei mehreren Austauschern ebenso wie bei mehreren Insektenarten gleich, die Größe der Affinität eines Ions gegenüber verschiedenen Austauschern aber ebenso unterschiedlich wie der Schwellenwert eines Ions bei verschiedenen Insektenarten.

Man darf nun aber nicht annehmen, daß Schwellenwert und Affinität ohne weiteres vergleichbare Größen sind. Die Affinität ist nur eine relative Größe. Zu ihrer Bestimmung behandelt man einen Austauscher mit einer Lösung verschiedener Salze z. B. und wäscht mit einer Säuremenge oder dergl. wieder aus, die nicht imstande ist, die gesamte „Belegung“ wieder zu „lösen“. Dann wird die Menge der eluierten Ionen analytisch bestimmt und der auf dem Austauscher verbliebene Rest der ursprünglichen Belegung berechnet. Dieser restliche Anteil gibt ein relatives Maß für die Affinität des betreffenden Ions (Wickbold, 1951). Der Schwellenwert gibt dagegen die Grenzkonzentration an, von der ab eine bestimmte Reaktion des untersuchten Insektes erfolgt. Seine genaue Bestimmung begegnet großen Schwierigkeiten, da individuelle Unterschiede und vieles andere eine große Rolle spielen.

Aus diesen Gründen kann man zwar nicht ohne weiteres die Werte von Affinitäten und Reizschwellen miteinander vergleichen, die Übereinstimmungen in der Reihenfolge ihrer Zunahme sind aber doch so auffallend, daß man die künstlichen Ionenaustauscher wohl als Modell für bestimmte Vorgänge an den Chemorezeptoren betrachten kann.

In der folgenden Tabelle sind für die untersuchten Kationen die Affinitäten zu den Ionenaustauschern Wofatit KS und K (Wickbold), die Schwellenwerte ihrer Chloride in 0,2 M Rohrzuckerlösung (in Normalitäten) bei *Periplaneta americana* (Frings) und *Tabanus sulcifrons* (Frings u. O'Neal), die Ionenbeweglichkeit bei 25 Grad C und unendlicher Verdünnung (in $\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$) und die Hydratation (Zahl der von einem Ion gebundenen Moleküle Wasser) (D'Ans-Lax, 1943) angegeben.

	Li	Na	NH ₄	K	Rb	Cs
Wofatit KS	22	34	46	55	63	76
Wofatit K	14	33	45	55	63	75
<i>Periplaneta</i>	0.78	0.55	0.27	0.30		
<i>Tabanus</i>	1.5	0.9	0.20	0.70		
Ionenbewegl.	38.7	50.1	73.7	73.5	76.4	76.8
Hydratation	12	8	4.4	4	—	—

	Mg	Ca	Sr	Ba
Wofatit KS	62	81	82	91
Wofatit K	61	70	72	81
<i>Periplaneta</i>	0.33	0.35	0.34	
Ionenbeweglichkeit	53	59.5	59.5	63.7
Hydratation	14	10—12	8	4

Je größer die Affinität, desto kleiner ist also der Schwellenwert.

Dabei fällt lediglich das NH₄-Ion aus der Reihe. Bei den Wofatiten ist seine Affinität kleiner als die des K⁺-Ions. Gl ü c k a u f (1951) gibt aber an, daß NH₄ im allgemeinen etwas stärker als K⁺ adsorbiert wird. Damit wäre der kleinere Schwellenwert des NH₄ so zu erklären, daß das NH₄-Ion eine größere Affinität zu den Chemorezeptoren der beiden hier genannten Insektenarten hat als das K⁺-Ion.

Sehr bemerkenswert ist noch, daß nach den Untersuchungen an künstlichen Ionenaustauschern die Stellung des H⁺-Ions variiert. Bei schwach sauren Austauschern übertrifft seine Affinität die aller anderen einwertigen Ionen, während sie bei stark sauren Austauschern zwischen Li und Na liegt (Gl ü c k a u f). Sollte die hier aufgestellte Hypothese stimmen, so müßte in der Membran der Chemorezeptoren ein schwach saurer Austauscher vorliegen, was durchaus möglich erscheint.

Bei den Anionen sind die Verhältnisse erheblich komplizierter. Die Ionenbeweglichkeit kann hier nicht zur Erklärung herangezogen werden (Fr i n g s, 1946).

Leider liegen nur wenige Affinitätsbestimmungen an künstlichen Ionenaustauschern vor, die jeweils an stark bzw. schwach basischen Austauschern durchgeführt wurden (S a m u e l s o n, 1952). Da sich dabei zwei vollkommen verschiedene Reihen ergeben haben, ist es sehr bedauerlich, daß nicht auch z. B. weniger schwach basische Austauscher untersucht wurden. Vergleicht man nämlich die beiden extremen Reihen mit der Reihe, die Fr i n g s u. O'Neal (1946) für die Zunahme der Schwellenwerte bei *Tabanus sulcifrons* erhielten, so kann man vermuten, daß diese Reihe etwa ein Mittelding zwischen den beiden Extremen sein könnte:

Stark bas. Aust. $\text{CH}_3\text{COO}^- < \text{OH}^- < \text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{NO}_3^- < \text{J}^- < \text{SO}_4^{2-}$

Tabanus sulcifr. $\text{PO}_4^{3-} < \text{CH}_3\text{COO}^- < \text{SO}_4^{2-} < \text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{J}^- < \text{NO}_3^- < \text{OH}^-$

schwach bas. Aust. $\text{Cl}^- < \text{Br}^- = \text{J}^- < \text{CH}_3\text{COO}^- < \text{PO}_4^{3-} < \text{NO}_3^- < \text{SO}_4^{2-} < \text{OH}^-$

Sehr auffallend ist bei den bisher untersuchten Hexosen die Übereinstimmung zwischen der Zunahme des Schwellenwertes einerseits und der Bindungsfähigkeit an Ionenaustauschern andererseits.

Die folgenden Schwellenwerte sind einer Zusammenstellung von Angaben verschiedener Autoren aus Dethier (1953) entnommen.

Verbindung	<i>Calliphora erythrocephala</i>		<i>Phormia regina</i>	Honigbiene
	Tarsen	Labellen	Tarsen	Mundwerkzeuge
Fruktose	0.0033	0.004	0.0076	0.25
Glukose	0.125	0.04	0.114	0.25
Galaktose	0.14	0.09	0.502	2.0
Mannose	0.2	0.1	7.59	—

Die Zunahme der Bindungsfähigkeit an Ionenaustauschern (Samuelson u. Sjöström, 1952) entspricht vollkommen dieser Reihenfolge:

Fruktose < Glukose < Galaktose < Mannose.

Aus der gleichen Tabelle von Dethier seien auch noch die Angaben über Disaccharide wiedergegeben:

Verbindung	<i>Calliphora erythrocephala</i>		<i>Phormia regina</i>	Honigbiene
	Tarsen	Labellen	Tarsen	Mundwerkzeuge
Saccharose	0.0006	0.0035	0.01	0.0625 — 0.125
Maltose	0.00125	0.002	0.0148	0.0125
Laktose	—	0.1	—	—
Cellobiose	0.05	0.03	5.01	—

v. Frisch (1934) machte darauf aufmerksam, daß Reizwirkungen gleicher Qualität, z. B. von zwei Zuckern, summiert werden können. Vergleicht man daraufhin einmal die Schwellenwerte der Disaccharide mit denen ihrer Bausteine, so taucht sofort der Verdacht auf, daß die Reizwirkung der Disaccharide etwa der Summe der Reizwirkung ihrer Bausteine entspricht. Dazu äußerte Dethier (1953): „The thought that the first step in the stimulating action of the disaccharides involves their hydrolysis is therefore most attractive but would be merely conjecture.“

Die Annahme, daß die Oberfläche der betreffenden Rezeptoren Ionenaustauschereigenschaften besitzt, macht diese „Vermutung“ aber sehr viel wahrscheinlicher, denn Ionenaustauscher können auch als Katalysatoren wirken. Es gibt schon eine ganze Reihe von Austauschern, die von der Industrie zur Hydrolyse von Rohrzucker verwendet werden, wobei vor allem die niedrigen Arbeitstemperaturen auffallen (nach Helfferich, 1954):

Austauscher	katalysie- rendes Ion	Lösungs- mittel	Temperatur °C
Wofatit	H ⁺	Wasser	Zimmertemp.
Zeokarb	H ⁺	Wasser	25—90
Zeokarb	H ⁺	Wasser	40—75
Amberlite IR 100	H ⁺ , K ⁺	Wasser	25—45
Montecatini GS ..	H ⁺ , K ⁺	Wasser	25—45
Amberlite IR 120	H ⁺	Wasser	25—75
Amberlite IRC 50	H ⁺	Wasser	25—75

Es besteht also die Möglichkeit, daß eine solche Hydrolyse auch an den Chemorezeptoren von Insekten vorkommt.

Die Verschiedenheit der Schwellenwerte von Maltose und Cellobiose, die besonders bei *Phormia regina* und der Honigbiene auffällt, deutet darauf hin, welche große Bedeutung hierbei den chemischen Strukturunterschieden zukommt. Beide Zucker setzen sich aus 2 Glukoseeinheiten zusammen, die bei der Maltose α -glukosidisch, bei der Cellobiose aber β -glukosidisch verbunden sind. Diese sterische Verschiedenheit dürfte die Ursache für einen verschiedenen hohen Hydrolysegrad sein, so daß eine entsprechende unterschiedliche Reizwirkung durch die Gesamtmoleküle bzw. die einzelnen Bausteine zustandekommt.

Als letztes Beispiel möchte ich noch die organischen Säuren erwähnen, deren Schwellenwerte am gründlichsten von Chadwick u. Dethier (1947) an *Phormia regina* untersucht wurden. Danach geht die Zunahme der Schwellenwerte mit der Zunahme von Kohlenstoffatomen parallel. Das gleiche gilt aber auch für die Affinität bei Ionenaustauschern (Samuelson, 1952). Die organischen Säuren werden aber nicht wie die Ionen ausgetauscht, sondern nur adsorbiert. Sie können deshalb, ebenso wie die gerade besprochenen Zucker, schon mit Wasser aus den Austauschern befreit werden, wobei die benötigte Wassermenge mit steigender Affinität, d. h. mit zunehmender Zahl von Kohlenstoffatomen, größer wird.

Außerdem spielen auch die Eigenschaften des Austauschers eine große Rolle, da stark gequollene Austauscher diese Säuren kaum adsorbieren (Samuelson, 1952).

Derartige Verschiedenheiten in der Adsorptionsfähigkeit von Ionenaustauschern könnten besonders zur Erklärung von Änderungen des

Schwellenwertes bei verschiedenem Sättigungszustand der Insekten herangezogen werden.

Es ist durchaus möglich, daß der Insektenkörper imstande ist, eine Quellung bzw. Entquellung in der Rezeptorenoberfläche zu bewirken. Dadurch würden vollkommen andere Verhältnisse in der Ladungsdichte und anderen bei Austausch und Adsorption wichtigen Faktoren auftreten, so daß sich auch die Affinitäten ändern müßten. Untersuchungen an künstlichen Ionenaustauschern zeigen, daß Quellung und Entquellung teilweise erhebliche Änderungen verursachen (Deuel, zit. b. Griesbach, 1954), so daß die künstlichen Ionenaustauscher auch hier wieder als Modell dienen können.

Bisher haben wir nur das Verhalten von Austauschern gegenüber Lösungen bzw. Flüssigkeiten behandelt, d. h. Probleme des „Geschmackssinnes“. Man kann aber die hier geäußerte Hypothese auch zur Erklärung der „Geruchs“phänomene heranziehen. Leider liegt meines Wissens erst eine Untersuchung über das Verhalten künstlicher Austauscher gegenüber dampfförmigen Stoffen vor, die bisher wohl noch nicht veröffentlicht und bei Griesbach (1954) nur kurz erwähnt wurde. Nach den Angaben von Griesbach stellte F. Wolf, ein Mitarbeiter von Griesbach, fest, daß Austauscher mit hoher Ladungsdichte, wie zum Beispiel Styrolsulfosäureharze, eine hohe Spezifität für polare Dämpfe wie Alkohole aufweisen, während nicht polare wie Benzol kaum adsorbiert werden.

Derartige Austauscher sind aber nicht nur auf die Adsorption polarer Dämpfe spezialisiert, sondern können auch in Lösungen Stoffe austauschen bzw. adsorbieren. Das würde auf die Chemorezeptoren übertragen bedeuten, daß die Fähigkeit etwas zu „riechen“ und zu „schmecken“ durchaus in einem Rezeptor vereinigt sein kann, während andererseits auch eine Spezialisierung möglich ist, so daß man bisher fest an eine Trennung von Geruch und Geschmack nach Art der Wirbeltiere glauben konnte. Die Diskussion dieser Fragen hat aber wohl gezeigt, daß diese Auffassung heute nicht mehr aufrechterhalten werden kann.

Die Ionenaustauscher-Hypothese vermag auch die Ergebnisse von Hodgson (1954) und Frings (1941) zu erklären.

Hodgson fand, daß die Rezeptoren an den Palpen von *Laccophilus* nur in einer Phase, nämlich der flüssigen, die gebotenen Stoffe wahrnehmen konnten, während die Rezeptoren auf den Antennen sowohl in der Dampfphase als auch im Wasser reagierten. Frings konnte zeigen, daß die Labellen von *Cynomyia cadaverina* nicht nur „Geschmacks“- , sondern auch „Geruchs“rezeptoren besitzen; leider war es ihm nicht möglich zu zeigen, welche Sensillen hierfür in Frage kom-

men. Man kann aber auf Grund der Ionenaustauscher-Hypothese annehmen, daß es unter Umständen ein und derselbe Typ ist, der hier, ebenso wie bei *Laccophilus* die *Sensilla basiconica*, in zwei Phasen zu reagieren vermag.

Und schließlich würde diese Hypothese auch die eigenen Befunde an *Calliphora erythrocephala* als ausgesprochene Spezialisierung eines einzelnen Rezeptorentyps verständlich machen.

Durch die Ionenaustauscher-Hypothese würde schließlich auch die immer wieder von seiten der Chemiker gestellte Frage nach den Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und physiologischer Wirkung (s. u. a. Nerdel u. Späth, 1951) in einem neuen Lichte erscheinen und vielleicht in absehbarer Zeit einer exakten Bearbeitung zugänglich werden.

Dethier (1947) äußerte in seinem Buche über „Chemical Insect Attractants and Repellents“ die Ansicht, daß wir bei der Auffindung dieser für den Praktiker so außerordentlich wichtigen Stoffe sicher sehr viel schneller vorankommen würden, wenn wir erst einmal Näheres über die Vorgänge bei der Chemorezeption wüßten. Die hier geäußerte Hypothese, nach der die Oberfläche der Chemorezeptoren nach Art von Ionenaustauschern fungiert, würde aber, sofern sie richtig ist, für den Praktiker vorerst kaum eine Erleichterung bringen. Infolge der Kompliziertheit und Vielfalt der möglichen Strukturen, dürfte es kaum möglich sein, schon in Kürze die bisherigen Methoden, bei denen neue Attractants und Repellents rein empirisch aufgesucht werden, durch bessere ersetzen zu können.

Die Störung der Wirtsfindung

Meine Untersuchungen haben gezeigt, welche prinzipiellen Möglichkeiten für die Wirkung von Repellents bestehen. Sie lassen ferner erkennen, daß die Wirkung im einzelnen sehr verschieden sein kann. Je nach den physiologischen Fähigkeiten einer Art sind die verschiedensten Kombinationen möglich, wobei es allerdings auch noch auf die Eigenschaften des betreffenden Repellents ankommen kann.

1. Die Versuche mit den Fliegen zeigten, daß das Äthylhexandiol nur den Tastsinn von *Calliphora* reizt.

Manche Mittel werden also trotz fehlender Wahrnehmung durch die Chemorezeptoren doch noch eine gewisse Anfangswirkung auf Grund ihrer hohen Viskosität entfalten können.

2. Ganz anders war die Wirkungsweise des Benzoessäurediäthylamid gegenüber *Calliphora*. Seine starke insektizide Wirksamkeit ließ die Möglichkeit einer Reizung tarsaler Chemorezeptoren nicht einwandfrei nachweisen.

Trotzdem handelt es sich hier sehr wahrscheinlich um die Kombination einer insektiziden Wirkung mit einer Chemorezeptorenreizung.

3. Das Indalon reizte die antennalen Chemorezeptoren von *Formica rufa rufo-pratensis* major und *Rhodnius prolixus* außerordentlich stark, während es nicht imstande war, innerhalb von 7 Stunden (und je nach Konzentration auch länger) die Tiere sichtbar zu schädigen oder gar zu töten.

Demnach kann die Wirkung eines Repellents auch allein auf einer Reizung von Chemorezeptoren beruhen.

In diesem Zusammenhang muß aber nochmals betont werden, daß es nicht vom Dampfdruck einer Verbindung abhängt, ob sie eine Distanz- oder eine Kontaktwirkung, sondern lediglich von der Empfindlichkeit derjenigen Rezeptoren, die zur Wahrnehmung des betreffenden Repellents fähig sind.

Bei den bisherigen Untersuchungen habe ich aus technischen Gründen (s. Auswahl der Versuchstiere) nur wenig Rücksicht auf die Verhältnisse bei Blutsaugern genommen. Es schien mir vor allem darauf anzukommen, zunächst einmal die prinzipiellen Wirkungsmöglichkeiten zu untersuchen, um diese dann mit unseren bisherigen Kenntnissen über die Wirtsfindung blutsaugender Insekten zu kombinieren und auf diese Weise das Problem der Wirkungsweise der Repellents einer Lösung näher zu bringen.

Die Wirtsfindung stellt eine Kette von Einzelreaktionen dar, deren Endziel die Nahrungsaufnahme ist.

Dabei besteht jedes Glied der Kette aus drei Teilen:

Reiz → Reiz-Aufnahme → Reiz-Beantwortung.

Ausgangspunkt ist immer ein endogener Reiz, der Hunger, den ich aber nicht den folgenden exogenen Reizen gleichstellen möchte und deshalb nicht als Reiz 1 bezeichne. Er nimmt in jeder Hinsicht eine Sonderstellung ein.

Bei den Mücken tritt er bei einem bestimmten Reifezustand der Ovarien auf und kann zunächst noch durch klimatische Einflüsse gedrosselt werden; erst wenn diese günstig sind, entfällt die Hemmung und die Mücke beginnt nach einem Opfer zu suchen (H a d d o w, 1954). Man könnte auch sagen, sie beginnt nach dem ersten Glied der Kette von Reaktionen zu suchen, die schließlich mit der Blutaufnahme endet.

In ähnlicher Weise wird wahrscheinlich die Wirtsfindung bei allen Blutsaugern verlaufen. Beobachtet man z. B. *Rhodnius* im Zuchtglase, so sieht man, daß sich die erwachsenen Tiere solange versteckt halten, wie sie satt sind. Sobald sie aber hungrig werden, kommen sie hervor und beginnen in sehr auffälliger Weise am Glase hochzuklettern, um einen Ausgang zu finden. Viele Mückenarten verlassen in großen

Schwärmen ihre Brutstätten und gehen auf Wirtssuche (*Aedes*-Arten, *Taeniorhynchus*-Arten, *Anopheles gambiae* u. a.; es handelt sich hierbei aber wohl nur um zufällige Massenansammlungen und nicht um Schwärme im soziologischen Sinne).

In diesem Zustand ist die Reaktionsbereitschaft außerordentlich gesteigert, d. h. die Schwellenwerte für die im Verlaufe der Wirtsfindung auftretenden Reize liegen sehr niedrig. Sobald ein solcher Reiz wahrgenommen ist, folgt ihm das Tier solange, bis es auf den nächsten trifft.

$(R_1, RA, RB) \rightarrow (R_2, RA, RB) \rightarrow (R_n, RA, RB = \text{Blutaufn.})$

Die Reihenfolge der Reize, d. h. die Richtung des Reaktionsablaufs scheint festzuliegen. Es können aber mehrere Glieder übersprungen werden. Die Kette kann offenbar von jedem beliebigen R-Gliede aus weiterlaufen; wäre das nicht der Fall, so wären ja fast alle diesbezüglichen sinnesphysiologischen Experimente unmöglich.

Eine vollständige Reaktionskette ist bisher in keinem Falle bekannt.

Für das Verständnis der Repellentwirkung ist nun noch eine Komplikation in dieser Reaktionskette sehr wesentlich. Es kommt sehr häufig vor (siehe Abschnitt über Wirtsfindung), daß mehrere Reize die gleiche Reaktion (Reizbeantwortung RB) bewirken, so daß man von einer Reizkopplung sprechen kann.

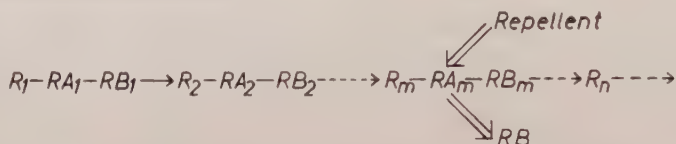
$$\begin{array}{lcl} R & \rightarrow & RA \\ R & \rightarrow & RA \end{array} \quad \rightarrow RB.$$

Diese gekoppelten Reize sind aber meist nicht gleichwertig. So haben z. B. die Untersuchungen von Wigglesworth u. Gillett gezeigt, daß bei *Rhodnius* Geruchsreize bzw. optische Reize zwar imstande sind, allein das Ausstrecken des Rüssels hervorzurufen, daß diese Reaktion aber in ganz anderer Stärke und vor allem Regelmäßigkeit durch Wärmereize bewirkt wird. Man kann die Wärme also als Hauptfaktor für diese Reaktion auffassen.

Damit ist auch eine Erklärung der Versuche mit *Rhodnius* im Olfaktometerrohr möglich, die scheinbar im Gegensatz zu anderen Beobachtungen stehen. Während die Tiere im Olfaktometerrohr sehr stark auf Indalon reagierten, war es unmöglich, sie durch dieses Mittel längere Zeit vom Stich abzuhalten. Sobald man aber die relative Wertigkeit der Reize berücksichtigt, löst sich dieser scheinbare Widerspruch ohne weiteres auf, denn man kann annehmen, daß der „geringwertige“ chemische Reiz einfach durch den „höherwertigen“ Wärmereiz überhört wird.

Ebenso klar scheint mir auch die Wirkungsweise der Repellents gegenüber den Mücken zu sein. Arten mit Chemorezeptoren, die gegen-

über diesen Verbindungen sehr empfindlich sind, werden schon in einiger Entfernung abgeschreckt werden können, während solche mit weniger empfindlichen Rezeptoren erst bei Kontakt reagieren; zwischen diesen beiden Extremen sind natürlich alle Übergänge möglich. Im übrigen werden ebenso wie bei *Calliphora* die verschiedensten Kombinationen von mehr oder weniger starker insektizider Wirkung, Chemorezeptorenreizung und Reizung von Tastsinnesorganen, jeweils den physiologischen Fähigkeiten der einzelnen Arten entsprechend, auftreten. Schematisch könnte man die Wirkungsweise der Repellents etwa folgendermaßen darstellen:



Der Blutsauger trifft dadurch, daß er dem Repellentreiz ausweicht, nicht mehr auf den nächsten Reiz, so daß die Wirtsfindung unterbrochen ist.

Zum Schluß möchte ich noch ein sehr interessantes Beispiel kurz erwähnen.

Nach den Beobachtungen von H a d d o w (1954) kommt in den Wäldern von Uganda eine Mückenart, *Eretmapodites chrysogaster*, vor, die sehr eigentümliche Stichgewohnheiten hat.

Begibt man sich kurz vor Sonnenuntergang in den Wald, so wird man sofort in kurzen Intervallen von diesen Mücken angegriffen. Bleibt man regungslos stehen, so verbleiben nur wenige in der Nähe; bewegt man sich aber, so wird man sofort wieder gestochen. Die Stiche erfolgen dabei fast ausschließlich zwischen Knöchel und Knie (97 %), also in einem ziemlich kleinen vertikalen Bereich. Legt man sich nun rüklings auf den Boden, so fliegen zwar etliche *Eretmapodites* auf die Bewegung hin an, aber sie kreisen nur über dem Körper und stechen nur sehr selten. Legt man sich aber auf die Seite und kommt damit in den Stichbereich, so wird man im Nu von Scharen angegriffen und zerstoehen.

Der schnelle, gerade und zielgerichtete Anflug spricht ebenso wie die übrigen Eigentümlichkeiten dafür, daß sich diese Art gegenüber ihrem Wirt rein optisch orientiert. Sie ist aber dennoch imstande, Repellents wahrzunehmen (Dimethylphthalat und Äthylhexandiol; nach H a d d o w, briefliche Mitt.). Die Mücken kreisen zwar wie üblich um ein mit diesen Mitteln behandeltes Bein, aber sie landen nicht darauf.

Damit erhebt sich die Frage, ob diese Tiere in der Nähe des Wirtes nicht doch ihre ohne Zweifel sehr empfindlichen Chemorezeptoren

(Distanzwirkung bei zwei Verbindungen!) einsetzen, oder ob ganz allgemein die Möglichkeit besteht, daß Sinnesorgane zwar vorhanden sind, aber nicht für die Wirtsfindung verwendet werden, daß also die vorhandene Potenz größer als der tatsächliche Bedarf ist.

Leider müssen wir diese Frage vorerst unbeantwortet lassen. Das Beispiel von *Eretmapodites* zeigt aber, wie vorsichtig man mit Prognosen über die Wirkungsmöglichkeiten und Wirkungsweise von Repellents sein muß.

Überblicken wir noch einmal das Ganze, so kommen wir abschließend zu dem Ergebnis, daß man nicht von der Wirkungsweise der Repellents sprechen kann, sondern daß diese bei den einzelnen Insektenarten entsprechend den jeweiligen physiologischen Fähigkeiten, den Eigenheiten ihrer Wirtsfindung und den Eigenschaften der untersuchten Repellents sehr verschieden sein kann.

Zusammenfassung

1. Durch sinnesphysiologische Untersuchungen wurden die wesentlichen Faktoren der Wirkungsweise von Repellents ermittelt. Als Versuchstiere dienten *Formica rufa* L. (*F. r. rufo-pratensis major*), *Rhodnius prolixus* Stal und *Calliphora erythrocephala* Meigen; als Repellents wurden Dimethylphthalat, Äthylhexandiol, Indalon, Dimethylcarbat, Benzoessäurediäthylamid und der als Lösungsmittel für kristalline Repellents benutzte Isopropylalkohol verwendet.

2. *Formica rufa* reagierte im Olfaktometerrohr (T-Rohr-Typ) auf Indalon, Dimethylphthalat und Dimethylcarbat. Tiere, denen die Fühlergeißel amputiert war, verhielten sich dagegen vollkommen indifferent gegenüber diesen Verbindungen. Diese Mittel zeigten unter den gleichen Versuchsbedingungen wie im Olfaktometerrohr innerhalb von 7 Stunden keinerlei insektizide Wirkung. Die Wahrnehmung kann daher nur mit den Chemorezeptoren auf der Fühlergeißel erfolgt sein. Dieses Ergebnis stimmt mit den morphologischen Befunden von Krausse (1907) vollkommen überein.

3. *Rhodnius prolixus* flüchtete im Olfaktometerrohr sehr schnell, wenn Indalon einströmte, aber nur langsam und zögernd bei Dimethylphthalat und Dimethylcarbat. Tiere, denen die beiden letzten Antennenglieder (Flagellum) fehlten, reagierten nicht mehr auf Indalon. Die zur Wahrnehmung dieser Verbindung befähigten Chemorezeptoren müssen sich demnach nur auf dem Flagellum befinden, was den morphologischen Befunden von Wigglesworth und Gillett (1934) vollkommen entspricht.

4. Durch wechselnde Ausschaltung von Antennen, Labellen und Tarsen konnte festgestellt werden, daß *Calliphora erythrocephala* Di-

methyolphthalat (und wahrscheinlich auch Benzoessäurediäthylamid) nur mit den Rezeptoren an den Tarsen wahrnimmt, während andere chemische Reize auch von den „Geschmacksorganen“ an den Labellen (und den „Geruchsorganen“ an den Antennen) wahrgenommen werden. Damit ist ein qualitativer Unterschied in der Wahrnehmungsfähigkeit der Rezeptoren an den Tarsen und Labellen dieser Fliege nachgewiesen.

5. Äthylhexandiol wird von *Calliphora erythrocephala* nur mit den Tastsinnesorganen an den Beinen wahrgenommen.

6. Zwischen behandelten und unbehandelten Hauptpartien bestehen keine nennenswerten Temperaturunterschiede, so daß Blutsauger unbehandelte Stellen sehr wahrscheinlich nicht auf Grund von Temperaturdifferenzen zwischen behandelter und unbehandelter Haut, sondern auf andere Weise auffinden.

7. Die Hypothese von B a c o t u. T a l b o t (1919), nach der die Repellents dadurch wirken, daß sie die Riechstoffe, die dem Blutsauger die Wirtsfindung ermöglichen, in irgendeiner Weise verändern, läßt sich weder beweisen noch widerlegen, da wir zur Zeit in keinem Falle diese Stoffe kennen; es ist aber sehr unwahrscheinlich, daß eine derartige Veränderung eine nennenswerte Rolle bei der Repellentwirkung spielt.

8. Für die Repellentwirkung bei Insekten kommen im wesentlichen drei Faktoren in Frage:

- a) Reizung des Tastsinnes,
- b) Reizung von Chemorezeptoren,
- c) eine insektizide Wirkung.

Im Einzelfalle hängt es von den physiologischen Fähigkeiten der untersuchten Insektenart, den Eigenheiten ihrer Wirtsfindung und den Eigenschaften des betreffenden Repellents ab, ob einer von diesen drei Faktoren allein, oder ob eine bestimmte Kombination für die Repellentwirkung verantwortlich ist.

9. Die Wirtsfindung stellt eine Kette von Einzelreaktionen dar, deren Endziel die Blutaufnahme ist. Nimmt ein Blutsauger während der Wirtsfindung einen ihm „unangenehmen“ Reiz (Repellent) wahr, so wird er versuchen, ihm auszuweichen. Infolge dieser Ausweichbewegung ist er aber nicht mehr in der Lage, den nächsten Reiz, der ihn seinem Opfer näherbringen würde, zu erreichen, so daß die Wirtsfindung unterbrochen ist.

Durch die Koppelung von Reizen und die verschiedene Wertigkeit der einzelnen Reize kommt eine Komplizierung dieses Grundschemas zustande.

10. Auf Grund meiner Untersuchungsergebnisse möchte ich den Ameisen-Test von U t z i n g e r (1951) und R. G e i g y u. U t z i n g e r (1953), der zur ersten Prüfung chemischer Verbindungen auf Repellent-

wirksamkeit dienen soll, nicht empfehlen. Man kann keinesfalls die Wahrnehmungsfähigkeiten einer Art auf andere Arten übertragen. Die Repellentwirksamkeit einer Verbindung kann nur an der fraglichen Art selbst ermittelt werden.

11. Ob gegenüber einer Insektenart eine Distanz- oder Kontaktwirkung vorherrscht, hängt nicht vom Dampfdruck des Repellents, sondern lediglich von der Empfindlichkeit der zur Wahrnehmung der betreffenden Verbindung fähigen Chemorezeptoren ab.

12. Die Problematik der Trennung von Geruch und Geschmack (bei den Insekten) wird diskutiert und eine neue Hypothese der Chemo-rezeption aufgestellt, nach der die Oberfläche der Chemorezeptoren nach Art von Ionenaustauschern fungiert.

Literatur

- Abraham, Gesche: Über die Beteiligung der Vorderbeine an der Chemo-rezeption bei einigen Wasserwanzen. Z. vgl. Physiol. 30, 321—342 (1944).
- Andersen, Almeda L.: The sensitivity of the legs of common butterflies to sugars. J. exp. Zool. 63, 235—259 (1932).
- Bacot and Talbot: The comparative effectiveness of certain culicifuges under laboratory conditions. Parasitology 11, 221—236 (1919).
- Balson, E. W.: Studies in vapour pressure measurement. Part. III. An effusion manometer sensitive to $5 \cdot 10^{-6}$ millimetres of mercury; vapour pressure of DDT and other slightly volatile substances. Trans. Faraday-Soc. 43, 54—60 (1947).
- Barthel, Leon and Hall: Insect repellents I. Esters of mandelic acid and substituted mandelic acid. J. org. Chemistry 19, 485—489 (1954).
- Bauer, L.: Geschmacksphysiologische Untersuchungen an Wasserkäfern. Z. vergl. Physiol. 26, 107—120 (1938).
- Beck and Miles: Some theoretical and experimental relationships between infrared absorption and olfaction. Science 106, 511 (1947).
- Brown, Sarkaria and Thompson: Studies on the responses of the female Aedes mosquito. Part. I: The search for attractant vapours. Bull. ent. Res. 42, 105—114 (1952).
- Part II siehe Sarkaria and Brown.
- Part III siehe Peterson and Brown.
- Brown, A. W. A.: Studies on... Part IV: Field experiments on Canadian species. Bull. ent. Res. 42, 575—582 (1952).
- Part V siehe Sippell and Brown.
- Brown, A. W. A.: Studies... Part VI: The attractiveness of coloured cloths to Canadian species. Bull. ent. Res. 45, 67—78 (1954).
- Chadwick, L. E. and V. G. Dethier: The relationship between chemical structure and the response of blowflies to tarsal stimulation by aliphatic acids. J. gen. Physiol. 30, 255—262 (1947).
- Christophers: Mosquito repellents; being a report of the work of the mosquito repellent inquiry, Cambridge 1943—1945. J. Hyg. 45, 176—231 (1947).
- Crumb: A mosquito attractant. Science 1, 446—447 (1922); zit. v. Brown u. Mitarb. 1952 (I).
- D'Ans-Lax: Taschenbuch für Chemiker und Physiker. Berlin 1943.
- Deonier, C. C.: The gustatory nature of the chemotarsal stimulation of the housefly, Musca domestica L. J. exp. Zool. 79, 489—500 (1938).
- Deonier, C. C.: Effects of some common poisons in sucrose solutions on the chemoreceptors of the housefly, Musca domestica L. J. econ. Ent. 31, 742—745 (1938).

- Deonier: Responses of the blowflies, *Cochliomyia americana* C. & P. and *Phormia regina* Meigen, to stimulations of the tarsal chemoreceptors. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 32, 526—532 (1939).
- Dethier, V. G.: Chemical insect attractants and repellents. Philadelphia 1947.
- Dethier, V. G.: The response of hymenopterous parasites to chemical stimulation of the ovipositor. *J. exp. Zool.* 105, 199—207 (1947).
- Dethier, V. G. and L. E. Chadwick: Chemoreception in insects. *Physiol. Review* 28, 220—254 (1948).
- Dethier, V. G.: Summation and inhibition following contralateral stimulation of the tarsal chemoreceptors of the blowfly. *Biol. Bull.* 105, 257 bis 268 (1953).
- Dethier, V. G.: Chemoreception in Roeder, *Insect Physiology*. New York und London 1953.
- Frings, H.: The loci of olfactory end-organs in the blowfly, *Cynomyia cadaverina*, Desvoidy. *J. exp. Zool.* 88, 65—93 (1941).
- Frings, H.: The loci of olfactory end-organs in the honey-bee, *Apis mellifera* Linn. *J. exp. Zool.* 97, 123—134 (1944).
- Frings, H.: Gustatory thresholds for sucrose and electrolytes for the cockroach, *Periplaneta americana* (Linn.). *J. exp. Zool.* 102, 23—50 (1946).
- Frings, H. and B. O'Neal: The loci and thresholds of contact chemoreceptors in females of the horsefly, *Tabanus sulcifrons* Macqu. *J. exp. Zool.* 103, 61—80 (1946).
- Frisch, K. v.: Über den Sitz des Geruchssinnes bei Insekten. *Zool. Jahrb., Abt. allg. Zool. u. Physiol.* 38, 449—514 (1921).
- Frisch, K. v.: Über den Geschmackssinn der Biene. *Z. vergl. Physiol.* 21, 1—156 (1934).
- Geigy, R., u. G. E. Utzinger: Konstitution und insektenabhaltende Wirkung neuer Amide und die verwendeten Testmethoden. *Acta tropica* 10, 349—360 (1953).
- Glückauf: Ionen-Austauscher. *Endeavour* 10, 40—45 (1951).
- Görnitz: Cantharidin als Gift u. Anlockungsmittel für Insekten. *Arb. über physiol. u. angew. Ent.* 4, 116—157 (1937).
- Graham-Smith: Further observations on the anatomy and function of the proboscis of the blowfly, *Calliphora erythrocephala*. *Parasitology* 22, 47—115 (1930).
- Griessbach: Selektive Wirkungen durch Ionenaustauscher. *Angew. Chemie* 66, 17—27 (1954).
- Haddow, A. J.: Studies of the biting habits of African mosquitos. An appraisal of methods employed, with special reference to the twenty-four-hour catch. *Bull. ent. Res.* 45, 199—241 (1954).
- Hartung, Elisabeth: Untersuchungen über die Geruchsorientierung bei *Calliphora erythrocephala*. *Z. vergl. Physiol.* 22, 119—124 (1935).
- Hase, A.: Beobachtungen an venezolanischen *Triatoma*-Arten, sowie zur allgemeinen Kenntnis der Familie *Triatomidae* (Hem. Het.). *Z. Parasitenk.* 4, 585—652 (1932).
- Haslinger: Über den Geschmackssinn von *Calliphora erythrocephala* und über die Verwendung von Zuckern und Zuckeralkoholen durch diese Fliege. *Z. vergl. Physiol.* 22, 614—640 (1935).
- Helfferich, Katalyse durch Ionenaustauscher. *Angew. Chemie* 66, 214. bis 249 (1954).
- Helfferich: Aktuelle Fragen beim Ionenaustausch. *Angew. Chemie* 67, 13—16 (1955).
- Henglein: Eine Dampfdruckformel mit allgemeiner Integrationskonstante. *Z. physikal. Chemie* 98, 1 (1921).
- Herter, K.: Die Physiologie der Hirudineen. Die Ökologie der Hirudineen. *Bronn's Klassen u. Ordnungen des Tierreichs* 4 Bd., III. Abt., 4. Buch Teil 2, S. 287, 293, 460 (1936/1937).

- Herter, K.: Untersuchungen über den Temperatursinn von Warmblüter-Parasiten. *Z. Parasitenk.* 12, 552—591 (1942).
- Herter, K.: Weitere Untersuchungen über den Temperatursinn von Warmblüter-Parasiten. *Zool. Anz.* 148, 139—155 (1952).
- Herter, K.: *Der Temperatursinn der Insekten.* Berlin 1953.
- Hodgson, E. S.: A study of chemoreception in aqueous and gas phases. *Biol. Bull.* 105, 115—127 (1953).
- Homp, Rosemarie: Die Wärmeorientierung von *Pediculus vest.* *Z. vergl. Physiol.* 26, 1—34 (1938).
- Howlett: The influence of temperature upon the biting of mosquitos. *Parasitology* 3, 479—484 (1910); zit. bei Brown u. Mitarb. 1952 (I).
- Kasman, S., L. A. O. Roadhouse and G. F. Wright: Studies in testing insect repellents. *Mosquito News* 13, 116—123 (1953).
- Kemper, H.: Untersuchungen über die Sinnesorgane und die Sinnesphysiologie der Bettwanze. *Z. f. Desinfekt. u. Gesundheitsw.* 21, 285 (1929).
- Kemper, H.: Die Bettwanze und ihre Bekämpfung. *Z. Kleintierzucht u. Pelztierk.* 12. Hyg. Zool. Monogr. z. Biol. u. Bekämpfg. d. Gesundheits- u. Wohnungsschädlinge Bd. 4. Leipzig 1936.
- Krausse: Die antennalen Sinnesorgane der Ameisen in ihrer Zahl und Verteilung bei den Geschlechtern und Individuen einiger Arten. Inaugural-Dissertation, Jena (1907); zit. v. Stitz, Ameisen (in Dahl, Tierwelt Deutschlands), Jena 1939.
- Krijgsman, B. J.: Reizphysiologische Untersuchungen an blutsaugenden Arthropoden im Zusammenhang mit ihrer Nahrungswahl. 1. Teil: *Stomoxys calcitrans.* *Z. vergl. Physiol.* 11, 702—709 (1930).
- Krijgsman, B. J. u. G. L. Windred: Reizphysiol. Unters.... 2. Teil: *Lyperosia exigua.* *Z. vergl. Physiol.* 12, (1932).
- Kunze, G.: Einige Versuche über den Antennengeschmackssinn der Honigbiene. *Zool. Jahrb., Abt. allg. Zool. u. Physiol.* 52, 465—512 (1933).
- Landolt-Börnstein-Roth-Scheel: *Physikalisch-Chemische Tabellen.* 5. Aufl. Berlin 1925—1936.
- Lees, A. D.: The sensory physiology of the sheep tick, *Ixodes ricinus* L. *J. exp. Biol.* 25, 145—207 (1948).
- Leon, Barthel and Hall: Insect repellents II. Esters of 1-Hydroxycyclohexan-Carboxylic acid *J. org. Chemistry* 19, 490—492 (1954).
- Lewis: Studies concerning the uptake of contact insecticide. I. The anatomy of the tarsi of certain diptera of medical importance. *Bull. ent. Res.* 45, 711—722 (1954).
- Liebermann: Korrelation zwischen den antennalen Geruchsorganen und der Biologie der Musciden. *Z. Morph. Ök. Tiere* 5, 1—97 (1926).
- Marshall, J.: On the sensitivity of the chemoreceptors on the antenna and fore-tarsus of the honey-bee, *Apis mellifica* L. *Trans. Roy. Ent. Soc., London* 83, 49—72 (1935).
- Marx, Ruth: Über die Wirtsfindung und die Bedeutung des artspezifischen Duftstoffes bei *Cimex lectularius* Linné. *Z. Parasitenkunde* 17, 41—73 (1955).
- Mayer, Karl: Prophylaxe und Therapie bei Mückenstichen. *Pharmazie* 7, 150—157 u. 217—222 (1952).
- McCabe, Barthel, Gertler and Hall: Insect repellents III. N,N-Diethylamides. *J. org. Chemistry* 19, 493—498 (1954).
- Miles, F. T.: Vapor pressure slide rule. *Ind. Eng. Chem.* 35, 1052—1061 (1943).
- Miles and Beck: Infrared absorption in field studies of olfaction in bees. *Science (New York)* 106, 512 (1947).
- Minnich, D. E.: The chemical sensitivity of the legs of the blow-fly, *Calliphora vomitoria* Linn., to various sugars. *Z. vergl. Physiol.* 11, 1—55 (1929).

- Minnich, D. E.: The sensitivity of the oral lobes of the proboscis of the blowfly, *Calliphora vomitoria* Linn., to various sugars. *J. exp. Zool.* 60, 121—139 (1931).
- Nerdel und Spaeth: Geruch und Konstitution. *Angew. Chemie* 63, 545—550 (1951).
- Parker, A. H.: The effect of a difference in temperature and humidity on certain reactions of female *Aedes aegypti*. *Bull. ent. Res.* 43, 221—229 (1952).
- Patty, Frank: *Industrial Hygiene and Toxicology*. New York u. London 1948—1949.
- Peterson and Brown: Studies on the responses of the female *Aedes* mosquito. Part III: The response of *Aedes aegypti* to a warm body and its radiation. *Bull. ent. Res.* 42, 535—541 (1951).
- Rathke, W.: Die Repellentien. Wesen, Wert und Bedeutung für die Zivilisation. *Der prakt. Desinfektor* 45, 301—305 (1953).
- Reuter: Oriënteerend onderzoek naarde oorzaak van het gedrag van *Anopheles maculipennis* Meigen bij de voedselkeuze. *Proefschr. Rijksuniv. Leiden*; zit. v. Brown u. Mitarb. (1952, I).
- Riedel, L.: Untersuchungen über eine Erweiterung des Theorems der übereinstimmenden Zustände. Teil I. Eine neue Dampfdruckformel. *Chemie-Ingenieur-Technik* 26, 83—89 (1954).
- Rivnay, E.: Studies in tropisms of the bed bug *Cimex lectularius*. *Parasitology* 24, 121—136 (1932).
- Ritter, Else: Untersuchungen über den chemischen Sinn beim schwarzen Kolbenwasserkäfer, *Hydrous piceus*. *Z. vergl. Physiol.* 23, 545—570 (1936).
- Roadhouse, L. A. O.: Laboratory studies on insect repellency. *Canadian J. Zool.* 31, 535—546 (1953).
- Rudolfs, W.: Chemotropism of mosquitoes. *New Jersey Agr. Exp. Sta., Bull.* 367, 1—23; zit. v. Dethier (1947).
- Roeder, K. D.: *Insect Physiology*. New York u. London 1953.
- Samuelson, O.: Ion exchangers in analytical chemistry. *Stockholm u. New York* 1952.
- Samuelson und Sjöström: (Verhalten von Zuckern gegen Hydrogensulfit-Austauscher). *Ref. v. Klement in Z. analyt. Chemie* 140, 54—55 (1953).
- Sarkaria and Brown: Studies on the responses of the female *Aedes* mosquito. Part II: The action of liquid repellent compounds. *Bull. ent. Res.* 42, 115—122 (1952).
- Schaerffenberg u. Kupka: Orientierungsversuche an *Stomoxys calcitrans* und *Culex pipiens* mit einem neuen Blutduftstoff. *Trans. IX. Int. Ent. Kongr. Amsterdam 1951 I*, 359 (1952).
- Schaller, A.: Sinnesphysiologische und psychologische Untersuchungen an Wasserkäfern und Fischen. *Z. vergl. Physiol.* 4, 371—464 (1926).
- Schmidt, Anneliese: Geschmacksphysiologische Untersuchungen an Ameisen. *Z. vergl. Physiol.* 25, 351—378 (1938).
- Sgonina, Kurt: Die Reizphysiologie des Igelflohs (*Archaeopsylla erinacei* Bouché) und seiner Larve. *Z. Parasitenk.* 7, 539—571 (1935).
- Sgonina: Wirtsfindung und Wirtsspezifität von Flöhen. VII. Intern. Ent. Kongr. Berlin 1938, 1663—1668 (1939).
- Sioli, H.: Thermotaxis und Perzeption von Wärmestrahlen bei der Bettwanze *Cimex lectularis* L. *Zool. Jahrb., Abt. allg. Zool. u. Physiol.* 58, 284—286 (1937).
- Sippell, W. L. and A. W. A. Brown: Studies on the responses of the female *Aedes* mosquito. Part V.: The role of visual factors. *Bull. ent. Res.* 43, 567—574 (1953).
- Stammers, F. M. G.: Observations on the behaviour of landleeches (Genus *Haemadipsa*). *Parasitology* 40, 237—246 (1950).

- Svirbely, W. J., W. M. Eareckson, Matsuda, H. B. Pickard, J. S. Solet and W. B. Tuemmler: Physical properties of some organic insect repellents. *J. Amer. Chem. Soc.* 71, 507—509 (1949).
- Thomson, R. C. M.: The reactions of mosquitoes to temperature and humidity. *Bull. ent. Res.* 29, 125—140 (1938).
- Tiensuu: On the tarsal chemical sense and its significance and distribution in the class Insecta. *Trans. IX. Int. Kongr. Ent. Amsterdam 1951*, 253—254 (1952).
- Tinbergen, L.: Über den Bau der Geschmacksorgane auf den Proboscislippen und den Beinen von *Calliphora erythrocephala* Meig. *Arch. neerl. Zool.* 4, 81—92 (1940).
- Totze, R.: Beiträge zur Sinnesphysiologie der Zecken. *Z. vergl. Physiol.* 19, 110—161 (1933).
- Travis, B. V., F. A. Morton, H. A. Jones, J. H. Robinson: More effective mosquito repellents tested at the Orlando, Fla., Laboratory 1942—1947. *J. econ. Ent.* 42, 686—694 (1949).
- Travis, Morton and Smith: Use of insect repellents and toxicants. U.S. Dep. of Agr., Agricultural Research Administration, Bureau of Entomology and Plant Quarantine (1953).
- Utzinger, E.: Insect-Repellents. *Angew. Chemie* 63, 430—434 (1951).
- Weidner, H.: Über die Vorliebe der Parasiten für bestimmte Individuen der Wirtsart. *Z. hyg. Zool.* 37, 104—107 (1949).
- Wiesmann, R. und R. Lotmar: Beobachtungen und Untersuchungen über den Wirkungsbereich des neuen Repellent „Kik-Geigy“. *Acta tropica* 6, 292—349 (1949).
- 10 Jahre Geigy-Schädlingsbekämpfung.
- Wickbold: Anwendungen des Kationenaustausches in der Analyse. III. Mitteilung. *Z. analyt. Chemie* 132, 401—410 (1951).
- Wigglesworth and Gillett: The function of the antennae in *Rhodnius prolixus* (Hemiptera) and the mechanism of orientation to the host. *J. exp. Biol.* 11, 120—139 (1934).
- Wigglesworth: The sensory physiology of the human louse *Pediculus humanus corporis* De Geer (Anoplura). *Parasitol.* 33, 67—109 (1941).
- Wigglesworth: The principles of insect physiology. Cambridge 1949.
- Wigglesworth: The physiology of mosquitoes. *Boyd's Malariaology*, 284 bis 301 (1950).
- Willis, E. R.: The olfactory responses of female mosquitoes. *J. econ. Ent.* 40, 769—778 (1947).

Einige Beobachtungen an der brasilianischen Bananenspinne *Ctenus ferox* Perty

Von Adolf Herfs

(Mit 8 Abbildungen)

Im Juliheft (1953) des Anzeigers für Schädlingskunde schrieb Günter Schmidt einen lesenswerten Aufsatz: Über die Bedeutung der mit Schiffsladungen in Deutschland eingeschleppten Spinnentiere. Neben vielen harmlosen Spinnenarten werden nicht selten sehr giftige, ja für den Menschen recht gefährliche Arten eingeschleppt. Darum sollten nicht nur die Zoologen, sondern auch die Mediziner den hochgiftigen brasilianischen *Ctenus*-Spinnen ihre Aufmerksamkeit schenken. Schmidt nennt die Cteniden „die wichtigsten Giftspinnen, ja vielleicht überhaupt die giftigsten Tiere, die wir kennen“ — —. „Selbst in medizinischen und sogar zoologischen Kreisen herrschte bisher eine geradezu verblüffende Ahnungslosigkeit über die Bedeutung der Cteniden. Dabei sind sie sicherlich die Spinnen, die die meisten Todesfälle beim Menschen verursacht haben.“

J. Vellard (1936) hat in den Monographien des Pasteurinstitutes ein sehr inhaltreiches Buch über die Spinnengifte geschrieben, in dem er u. a. aus eigenen Erfahrungen und Versuchen über die Wirkung des Ctenusgiftes berichtet. Der Biß der großen Ctenusarten — besonders von *Ctenus ferox* Perty und *Ctenus nigriventer* Keys kann sogar für einen erwachsenen Menschen und für große Tiere tödlich wirken. In Brasilien sollen Todesfälle durch Ctenusbiß gar nicht so selten sein. Das neurotrope Gift ruft außerordentlich schwere, z. T. mit unausstehlichen Schmerzen verbundene Symptome hervor, die sofort nach dem Biß auftreten. Wirkt das Gift nicht tödlich, so tritt aber relativ schnell wieder Erholung ein.

• Vellard berichtet von einem Todesfall eines zehnjährigen Kindes, das von *Ctenus nigriventer* in die Hand gebissen worden war und bereits 30 bis 40 Minuten nach dem Biß starb. Ein 45-jähriger Mann, der von *Ctenus ferox* in den Fuß gebissen wurde, starb ebenfalls nach drei Stunden. Nach Vellards Versuchen ist die Dosis minima letalis bei intramuskulärer Anwendung für ein 1000 g schweres Kanin = 1 mg

Ctenus ferus- bzw. *Ctenus nigriventer*-Gift. Es war in der Dosis dem Klapperschlangengift gleich, wovon auch 1 mg ein Kanin von 1 kg tötete. Siebenmal schwächer wirkte aber das Gift der Jacaraca-Schlange (*Lachesis jacaraca*), einer Verwandten des gefürchteten Buchmeisters.

Die großen *Ctenus*-Arten (*Ctenus ferus* und *C. nigriventer*) enthalten etwa 3 bis 4 mg Gift. Das Gift eines einzigen *Ctenus ferus* reicht aus,



Abb. 1. Brasilianische Bananenspinne, *Ctenus ferus* Perty, 1fach. Aufnahme des toten Tieres mit stark geschrumpftem Hinterleib.

um bei intravenöser Anwendung 570 Mäuse oder 13 Kaninchen bzw. 3 Tauben zu töten. Bei Tauben wirken die *Ctenus*-Gifte deutlich schwächer als bei Säugetieren. Sie sind hier auch in der Wirkung den erwähnten Schlangengiften stark unterlegen.

Da die *Ctenus*-Spinnen häufig in dem Verpackungsstroh mit brasilianischen Bananen eingeschleppt werden, besteht, besonders bei Südfruchthändlern, immer die Gefahr, daß Menschen von diesen Spinnen gebissen werden.

Angeregt durch die Arbeit von Günter Schmidt möchte Verfasser einige Beobachtungen über *Ctenus fesus* mitteilen, weil alle Beobachtungen über dieses noch wenig bekannte Gebiet von Interesse sind.

Am 7. Juni 1935 überbrachte uns ein Arbeiter in einer Zigarrenkiste eine „Riesenspinne“, die in einer Scheune in Quettingen bei Opladen gefangen worden war. Die rotbraune, auf der Oberseite und den Beinen mit kurzen graugelben Haaren besetzte Spinne war im Leben etwa 4 cm lang. Die Spinne saß völlig regungslos in der Kiste und bewegte sich auch nicht, als die Kiste geöffnet wurde und das Tier, das bisher im Dunkeln saß, nun plötzlich dem Licht ausgesetzt wurde.

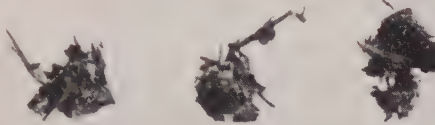


Abb. 2. Chitinreste von zerkaute Fliegen, 2fach.

Es ergibt sich zunächst die Frage: Wie kam die „Riesenspinne“, die im übrigen völlig munter und gesund war, in die Scheune? Soweit wir erfahren konnten, wurden in die Scheune Kisten, in denen Südfrüchte verpackt waren, eingestellt. Wahrscheinlich war die Spinne mit Südfruchtsendungen aus Übersee lebend eingeschleppt worden und aus dem Verpackungsmaterial der Kisten in die Scheune geraten.

Nach Form und Größe, der Augenstellung, Färbung, Zahl der Tibialborsten usw. handelt es sich um eine große Ctenide, wahrscheinlich um *Ctenus fesus* (Abb. 1).

Wir setzten die Spinne in einen etwa 40 Liter fassenden Glashafen, dessen Boden wir mit angefeuchteter Humuserde bedeckten. Verschlossen wurde der Behälter mit einer Glasscheibe.

Zunächst war die Frage nach der Nahrung der Spinne zu klären. Große Spinnen, z. B. Vogelspinnen, fressen gern kleine Wirbeltiere und große Insekten. Wir setzten darum zunächst eine kleine Maus in den Spinnenkäfig. Zuerst zeigte die Spinne gar kein Interesse für die Maus. Als aber die Maus sich der Spinne, die regungslos an einer Seitenwand des Glasgefäßes mit dem Vorderende nach unten saß, näherte, nahm die Spinne schnell eine Angriffsstellung an, indem sie den Cephalothorax hochreckte und die Pedipalpen und die beiden vorderen Beinpaare vorstreckte. Blitzartig schlug die Spinne mit den Cheliceren nach der Maus, biß sie, aber ohne sie weiter festzuhalten. Die Maus taumelte sogleich und legte sich nach wenigen Schritten auf die Seite und verendete unmittelbar darauf unter starken Zuckungen.

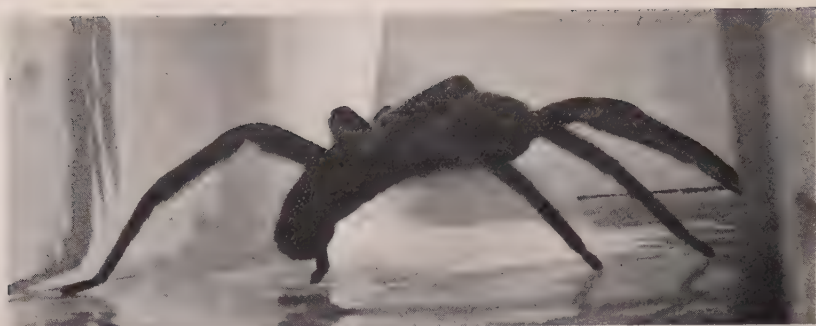


Abb. 3. Die *Ctenus*-Spinne sitzt über dem frischgesponnenen, schneeweißen Kokon, $\frac{7}{8}$ fach.

Gefressen wurde die Maus nicht. Nun versuchten wir mittelgroße Frösche als Futter anzubieten. Doch auch für die Frösche zeigte die Spinne keinerlei Interesse. Zwei Frösche wurden 24 Stunden bei der *Ctenus*-Spinne belassen, aber von dieser gar nicht beachtet. Als wir dann einen Frosch mit einer langen Pinzette der Spinne vorhielten, richtete diese wieder ihren Vorderkörper hochauf und biß blitzschnell den Frosch, der sich streckte und sofort tot war. Offen gesagt, ich habe noch nie einen Frosch so jäh an Gift sterben sehen. Wir waren über



Abb. 4. Die *Ctenus*-Spinne sitzt über dem frischgesponnenen Kokon, der auf dieser Aufnahme sehr deutlich die Form der Kugelkalotte zeigt, $\frac{6}{4}$ fach.

diese unglaublich schnelle Wirkung des Spinnenbisses, die ein beredtes Zeugnis von der hohen Giftigkeit der *Ctenus*-Spinne bot, sehr überrascht. So hüteten wir uns beim Handtieren mit der Spinne wohl, Hände oder Gesicht in zu große Nähe der Spinne zu bringen. Im übrigen war der Umgang mit der *Ctenus*-Spinne eigentlich nicht schwer, da sie ungereizt ruhig und keineswegs aggressiv war. Nur wenn man sehr nahe an die Spinne herankam, und sie sich dadurch beunruhigt fühlte, nahm sie Angriffsstellung an. Da auch der Frosch nach dem Biß so-



Abb. 5. Der Eierkokon der *Ctenus*-Spinne an der Glaswand, von der Unterseite gesehen mit der darüber-sitzenden Spinne, die mit dem Vorderende nach unten schaut. Man sieht gut die zahlreichen Ankerfäden mit den Endbäumchen, die den Kokon an der Glaswand befestigen, 1fach.

gleich losgelassen und nicht weiter beachtet wurde, setzten wir einige große lebende Schaben (*Periplaneta australasiae*) in den Glashafen zu der Spinne. Tagelang blieben die Schaben völlig unbehelligt. Für Schaben zeigte die Spinne keinerlei Interesse. Die Spinne verweigerte so zunächst jede ihr gebotene Nahrung, obwohl ihr Käfig in einem Labor von 25 bis 26 C stand, so daß die Temperatur sicher als günstig bezeichnet werden kann. Mehr zufällig setzten wir dann einen Brummer in das Aquarium. Jetzt packte die Spinne, die kein Netz spann, sofort blitzartig zu, fing den Brummer aus der Luft und fraß ihn gleich auf. Im Gegensatz zu unseren Spinnen sog die *Ctenus*-Spinne den Brummer



Abb. 6. *Ctenus*-Spinne hockt über dem Eierkokon, den sie zwischen den beiden ersten Beinpaaren hält. Der Vorderkörper der Spinne ruht direkt auf der Kalotte, die mit Erdkrümeln verdeckt ist, 1fach.

nicht aus, sondern zerkaute ihn regelrecht, indem sie den Brummer unter dauernder Bewegung der Mundwerkzeuge geradezu zerknetete. Dabei bespichelte sie ihre Beute mit einer milchigen Flüssigkeit, die aber nicht milchweiß war, sondern mehr die Farben von hellem Milchkaffee hatte. Ein zweiter Brummer wurde sofort hinterher gepackt und gleichzeitig mit dem ersten zerkaut. Der Freßakt dauerte ungefähr eine Stunde. Die zerkauten, leeren Chitinteile ließ die Spinne nachher fallen (Abb. 2). Setzte man eine größere Anzahl Stubenfliegen, die auch sehr gern genommen wurden, in den Spinnenkäfig, so fing die Spinne äußerst geschickt eine nach der anderen, sieben bis zwölf Stück, schnell hintereinander aus der Luft und zerkaute sie alle gleichzeitig.

Am 18. Juli — also am 39. Tage ihrer Gefangenschaft — hatte die Spinne über Nacht einen großen $3,8 \times 4$ cm im Durchmesser betragenden, schneeweißen Kokon an die dem Zimmerfenster abgewandte Glaswand des Behälters, wo sie auch selbst fast immer saß, gesponnen (Abb. 3). Der Eierkokon hatte die Form einer Kugelkalotte (Abb. 4), die mit zahlreichen starken Fäden kreuz und quer in mehr oder minder weiter Entfernung vom Kokon an der Glaswand vertaut waren (Abb. 5 u. 6). Die Vertauung war an der oberen Seite des Kokons am stärksten. Die Spinne saß völlig regungslos mit dem Vorderkörper nach unten über dem Kokon, den sie tagsüber nur nach dem Freßakt verließ, um die zerkauten Chitinreste meist mitten im Becken abzuwerfen. In unmittelbarer Nähe des Kokons warf sie den Chitinabfall nie weg. So bildeten sich die Schimmelherde an dem gewegworfenen Abfall nicht in der Umgebung des Kokons, wo sie den Eiern gefährlich werden könnten. Nach dem Wegwerfen des Bällchens kehrte die Spinne sogleich wieder zu dem Kokon zurück und verharrte über dem Kokon hockend weiter völlig bewegungslos (Abb. 6). Nachts verließ sie aber wohl öfter den Kokon und schweifte in dem Behälter umher. Das geht schon daraus hervor, daß der anfangs wunderbar weiße Kokon (Abb. 3 u. 4) über Nacht verdreckte, indem Erdteilchen des Bodenbelags auf der Oberseite des Kokons haften (Abb. 6). Ob nun die Erdteilchen von der Spinne aktiv auf den Kokon gebracht wurden oder rein zufällig an dem Spinnenkörper hängen geblieben und dann passiv auf den Kokon abgestreift wurden, lassen wir zunächst dahingestellt.

Die Enden der Vertauungsfäden besaßen übrigens eine ganz charakteristische Form, die Abb. 7 besser als lange Beschreibungen wiedergibt. Diese eigenartigen „Endbäumchen“ sitzen sehr fest an der Glaswand und verankern den Kokon, der selbst nur lose der Glaswand anliegt, fest auf der Unterlage. Der Sinn dieser eigentümlichen Befestigung des Kokons wurde uns erst später klar. Ab und zu spritzten wir mit einer Blumenspritze Wasser in das Aquarium, um die nötige Feuchtigkeit zu erzielen. Nun zerrte die Spinne den Kokon an der dem

Käfigboden zugewandten Seite hoch, so daß die Vertauungsfäden hier rissen, und hob den Kokon mit dem dritten Beinpaar im Winkel von der Glaswand ab, so daß nun die reinweiße Unterseite der Luft frei ausgesetzt war und trocknete (Abb. 8). Durch diese Einrichtung konnte der Kokon zur Ventilation oder zur Trocknung bei zu starker Befeuchtung von dem Muttertier ohne große Schwierigkeiten von der Unterlage gelöst und hochgehalten werden und später ebenso leicht wieder in die alte Lage zurückgebracht und befestigt werden.

Am 14. August ging die Spinne ein, nachdem sie in den letzten Tagen jede Nahrung — auch Fliegen — ganz verschmäht hatte. Den Kokon ließen wir noch eine Zeitlang an seinem alten Platz. Da aber keine Jungspinnen schlüpften, öffneten wir endlich vorsichtig von einer Seite aus den Kokon mit einer Schere. Dabei fanden wir im Innern zahlreiche Spinnchen, die aber leider alle tot bzw. schon ausgetrocknet waren. Außerdem war noch eine große Anzahl vertrockneter Eier vorhanden. Wir stellten durch Auszählen fest: 389 Jungspinnen und 663 Eier. Die Nachkommenzahl unserer Spinne hätte also insgesamt 1052 betragen. Diese Zahl ist außerordentlich hoch. Sicher muß eine sehr hohe Vernichtungsziffer der Jungen dieses so wehrhaften Tieres angenommen werden. Bei unseren einheimischen Spinnen gibt Gerhardt (1923) für die Eizahl im Kokon folgendes an: „Die Zahl der in einem Kokon befindlichen Eier wechselt je nach der Art sehr stark. So findet man bei *Ero tuberculata* Deg. etwa 6 bis 10, bei *Aranea diademata* Cl. wohl 50 bis 60 Eier darin, bei anderen Arten noch wesentlich mehr, bis über 500.“ Diese von Gerhardt angegebene Höchstzahl wird also bei unserer Spinne um das Doppelte überschritten. Ob nun bei *Ctenus* die Jungen durch aktive Hilfe des Muttertieres — Durchbeißen bzw. Zerreißen der Kokonhülle — oder durch eigene Kraft aus schlüpfen, können wir nicht mit Bestimmtheit sagen, da uns eine direkte Beobachtung darüber fehlt. Doch vermuten wir, daß die Jungen den Kokon nur mit Hilfe des Muttertieres verlassen können. Obwohl nämlich in unserem Falle eine große Anzahl Junge im Innern des Kokons aus den Eiern geschlüpft war, hat keines dieser Jungspinnchen den Kokon verlassen. Sie starben vielmehr alle innerhalb des Kokons ab. Der Kokon war übrigens von einer außerordentlichen Festigkeit und Zähigkeit, wie wir beim Aufschneiden feststellten. Die recht zarten, kleinen Spinnchen sind wohl kaum in der Lage, aus eigener Kraft die festen Hüllen des Kokons zu sprengen. Das Muttertier machte in seinen letzten Lebenstagen einen sehr hinfälligen und kraftlosen Eindruck. Es starb unter den Zeichen starker Entkräftigung und war sehr abgemagert. Viele Spinnenweibchen sterben normalerweise vor dem Schlüpfen der Jungen aus dem Eierkokon. Hier müssen sich die Jungspinnen also aus eigener Kraft helfen. Bei Spinnenarten, wo die Jungtiere



Abb. 7. „Endbäumchen“ eines Ankerfadens, mit dem der Kokon an der Glaswand befestigt ist, 2fach.

aber auf die mütterliche Hilfe angewiesen sind, müssen die Kraftreserven der Mutter wenigstens so lange reichen, bis die kleinen Spinnen den Kokon verlassen haben, da sonst das Schicksal der gesamten Nachkommenschaft gefährdet ist. Da aber auch in diesen Fällen durch ungünstige Lebensumstände die Mutter manchmal vor der Zeit möglicherweise zugrundegeht, so kann durch eine höhere Jungenzahl der Verlust, den ungünstige Bedingungen herbeiführen, wieder ausgeglichen und die Erhaltung der Art gesichert werden.



Abb. 8. Die *Ctenus*-Spinne hält den losgerissenen Kokon mit dem dritten Beinpaar hoch, um ihn zu trocknen, 1fach.

Es wäre nicht ausgeschlossen, daß bei unserer *Ctenus*-Spinne die außerordentlich hohe Jungenzahl den Artbestand noch sichert, wenn auch manches Weibchen durch die starke Beanspruchung durch das Fortpflanzungsgeschäft vorzeitig zugrundegeht und manches Eigelege dadurch vernichtet wird. Doch muß in unserem Fall unbedingt auch berücksichtigt werden, daß unsere Beobachtungen an einem gefangenen Tier unter mehr oder minder künstlichen und dadurch nicht völlig normalen Bedingungen der Gefangenschaft angestellt wurden, die vielleicht das Muttertier stärker schwächten, als es unter den natürlichen Lebensbedingungen der Fall gewesen wäre. Immerhin war das Tier, als es gefangen wurde, sehr kräftig und munter und zeigte auch während der Gefangenschaft, mit Ausnahme seiner letzten Lebensstage, wo die Kräfte sichtbar hinschwanden, keinerlei Anzeichen von Schwäche und Entkräftigung.

Literatur

- Anonym, Gifftiere ohne Zoll. Mit den Bananenstauden kamen sie nach Deutschland, Kölner Stadt-Anzeiger, 17. Februar 1954, Nr. 40.
Schmidt, G., Über die Bedeutung der mit Schiffsladungen in Deutschland eingeschleppten Spinnentiere, Anzeiger f. Schädlingkunde, Jg. 26, 1953.
Simon, Histoire naturelle des Araignées, T. 2, Paris 1897.
Vellard, J., Le venin des Araignées (Monographies de l'Institut Pasteur), Paris 1936.

Anschrift des Verfassers: Dr. Adolf Herfs, Köln-Stammheim, Gerstenkamp 10.

Zur Toxikologie des 0,0-Dimethyl-2,2-dichlorvinyl- phosphat

Von Claus Klotzsche

(Mit 1 Abbildung)

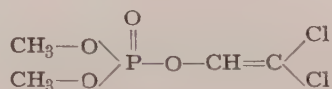
Von den von Schrader entwickelten Phosphorsäureestern erhielt zunächst das 1944 erstmalig hergestellte Diäthyl-p-nitrophenyl-thiophosphat größere praktische Bedeutung. Unter der Bezeichnung E 605 ist dieser Stoff allgemein bekannt geworden und hat eine neue Entwicklung auf dem Gebiete der Schädlingsbekämpfung eingeleitet.

Der guten insektiziden Wirkung des E 605 steht leider die recht erhebliche Toxizität für Warmblüter gegenüber. Es hat daher in den letzten Jahren nicht an Versuchen gefehlt, neue und weniger giftige Phosphorsäureester zu entwickeln, die bei erhaltener guter insektizider Wirkung für den Warmblüter weniger giftig sind. Bei der Vielzahl der möglichen Verbindungen ist ein Ende dieser Entwicklung nicht abzusehen. Immerhin sind in den letzten Jahren als Ergebnis dieser Bestrebungen eine Anzahl neuer insektizider Phosphorsäureester in den Handel gekommen, deren Toxizität günstiger als die des E 605 zu beurteilen ist. So wurden in Amerika Dithiophosphorsäure-dikarboäthyläthyl-dimethylester (Malathion), in der Schweiz Thiophosphorsäureisopropylmethylpyrimidyl-diäthylester (Diazinon) und in Deutschland Thiophosphorsäure-chlornitrophenyl-dimethylester (Chlorthion), Thiophosphorsäure-äthylthioäthyl-dimethylester (Metasystox) und Thiophosphorsäure-methylchloroxycumarin-diäthylester (Resitox) entwickelt. Neben den Phosphorsäureestern scheinen in letzter Zeit auch die Phosphonsäureester Bedeutung für die Schädlingsbekämpfung zu gewinnen, wie das Beispiel Trichloroxyäthyl-phosphonsäure-dimethylester (Dipterex) und auch ausländische Erzeugnisse zeigen. Hinsichtlich der Art ihrer toxischen Wirkungen sind sie wie die Phosphorsäureester zu beurteilen.

Vergleicht man die mittleren tödlichen Dosen (LD_{50}) der neuen insektiziden Phosphorsäureester mit der des E 605, so werden die Vorteile der neuen Verbindungen deutlich. Während für E 605 im akuten Ver-

such bei oraler Applikation die LD_{50} mit 6,4 mg/kg bestimmt worden ist, beträgt sie nach unseren Untersuchungen (1) für Metasystox (Isomerengemisch P O : P S 30 70) 64 mg/kg, für Resitox 90 bis 110 mg/kg, für Diazinon (90 %ig) 200 bis 225 mg/kg, für Chlorthion 550 bis 600 mg/kg, für Dipterex 950 bis 1100 mg/kg sowie für Malathion (85 bis 95 %ig) 1400 bis 1600 mg/kg und (99 %ig) 1800 bis 1900 mg/kg. Die Zahlen in Klammern bedeuten jeweils den technischen Reinheitsgrad des geprüften Stoffes. Diese Werte für die mittleren tödlichen Dosen spiegeln recht deutlich den Fortschritt der letzten Jahre. Es darf aber dabei nicht übersehen werden, daß trotz der teilweise weitgehend geringeren Giftigkeit die Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit diesen neuen Mitteln nicht vernachlässigt werden dürfen. Das ist schon deshalb notwendig, weil die Anwendungskonzentrationen infolge geminderter insektizider Wirkung höher liegen als beim E 605. So wird z. B. Chlorthion in 0,05 bis 0,1 %iger, Malathion in 0,12 bis 0,25 %iger Emulsion angewandt gegenüber der 0,035 %igen E 605-Emulsion.

Wir hatten nun Gelegenheit, einen neuen in Amerika entwickelten Phosphorsäureester toxikologisch zu untersuchen, O,O-Dimethyl-2,2-dichlorvinylphosphat (DDVP), das in den Laboratorien des Communicable Disease Center, Public Health Service, Department of Health, Education and Welfare, in Savannah (Georgia, USA) entwickelt worden ist. Die Strukturformel dürfte folgende sein:



DDVP, wie es in USA bezeichnet wird, ist eine farblose visköse Flüssigkeit. Das spezifische Gewicht wird mit 1,415 angegeben, das Molekulargewicht beträgt 220,99. DDVP ist mit fast allen gebräuchlichen organischen Lösungsmitteln mischbar, die Löslichkeit in Glycerin wird mit 0,5 % und in Wasser mit 1 % bei Zimmertemperatur angegeben. Die Wasserlöslichkeit ist damit besser als bei den meisten anderen Phosphorsäureestern. In wässrigen Lösungen nimmt die Wirksamkeit des DDVP durch Hydrolyse jedoch bald ab.

Nach den bisherigen amerikanischen Versuchen soll DDVP eine gute Wirkung gegen Hausfliegen, Moskitos und Schaben haben. Es soll für Hausfliegen ebenso wirksam sein wie Parathion, aber nur etwa ein Zehntel so giftig für Ratten wie dieses. Gute Wirksamkeit hat es nach den ebenfalls vorläufigen Untersuchungen auch gegenüber DDT-resistenten Fliegen (2) sowie Fliegenlarven und in Giftködern (3). Eine endgültige Abgrenzung seines Anwendungsbereiches ist noch nicht möglich. In USA ist DDVP daher noch nicht im Handel und noch nicht zur allgemeinen Anwendung freigegeben. Dazu sind weitere umfangreiche

Untersuchungen notwendig, die noch eingehender klären müssen, welche Konzentrationen gegenüber den verschiedenen Insekten wirksam, welche Zubereitungsformen erforderlich und welche gesundheitlichen Gefahren mit seiner Anwendung verbunden sind. Es dürfte aber bereits jetzt feststehen, daß es wegen seiner hohen Flüchtigkeit und seiner Toxizität in bewohnten Räumen und Gebäuden besser nicht angewendet werden soll (4).

Uns interessierten bei unseren Versuchen mit DDVP lediglich toxi-kologische Fragen im Vergleich zu den bei uns im Verkehr befindlichen Phosphorsäureestern. Es wurde von uns neben der akuten oralen Toxizität die perkutane geprüft, sowie über sechs Wochen lang die orale Zufuhr verschieden hoher Dosen. Daneben haben wir orientierend die Frage der Cholinesterasehemmung *in vitro* getestet und Veränderungen von Eosinophilen sowie Neutrophilen und Lymphocyten, d. h. also Teilen des weißen Blutbildes, nach Applikation von DDVP bei unseren Versuchstieren verfolgt. Histologische Untersuchungen von Lebern und Nieren wurden bei einzelnen Tieren angeschlossen, jedoch sei gleich an dieser Stelle gesagt, daß wir pathologische Veränderungen dieser Organe unter unseren Versuchsbedingungen in keinem Falle festgestellt haben.

Methodik: Als Versuchstiere dienten männliche weiße Ratten im Gewicht von 150 bis 220 g. Bei der Prüfung der perkutanen Toxizität wurden die einzelnen Konzentrationen Ratten, die vier Stunden in Rückenlage festgehalten wurden, auf die enthaarte Bauchhaut aufgetragen. Bei der länger dauernden Fütterung mit verschiedenen Dosen DDVP wurden die einzelnen Gaben täglich außer sonntags mit der Schlundsonde appliziert.

Da uns der Originalemulgator nicht zur Verfügung stand, haben wir einen in Deutschland häufig verwendeten Emulgator für Phosphorsäureester verwandt. Wir glauben nicht, daß damit ein besonderer Fehler in unsere Versuchsergebnisse gekommen ist, zumal wir einige unserer Befunde mit denen amerikanischer Autoren vergleichen konnten, die weitgehend Übereinstimmung ergaben. Die Emulsionen enthielten Wirkstoff und Emulgator in gleicher Menge und wurden mit Wasser auf das gewünschte Volumen gebracht.

Die Bestimmung der Cholinesterasehemmung wurde in der üblichen Weise mit der Warburgapparatur durchgeführt. Serumverdünnung (Kaninchenserum), Pufferlösung und DDVP wurden in den Hauptraum eingefüllt, Acetylcholinlösung (Acetylcholinchlorid „Hoffmann-La Roche“) in den Seitenarm.

Die Eosinophilen wurden nach der Methode von Randolph gefärbt und jeweils zwei Fuchs-Rosenthal-Kammern ausgezählt. Das Differenzialblutbild wurde in der üblichen Weise gefärbt und ausgezählt.

Toxizität:

Die orale akute LD_{50} bei Ratten betrug 73 mg/kg gegenüber einer LD_{50} von 6,4 mg/kg bei E 605.

Das Vergiftungsbild entspricht ganz den bei den anderen Phosphorsäureestern beschriebenen. Auffallend ist der schnelle Wirkungseintritt und die kurze Wirkungsdauer. Vor allen Dingen bei den höheren Dosen treten bereits wenige Minuten nach der Applikation bei den Tieren die ersten Vergiftungserscheinungen, vor allem Unruhe und gesträubtes Fell, auf. Sehr schnell breiten sich fibrilläre Zuckungen über den ganzen Körper aus, es kommt zu Krämpfen, Urin- und Kotabgang und Atemnot. Innerhalb einer halben bis dreiviertel Stunde entschied sich im allgemeinen das Schicksal der Tiere. Diejenigen, die diesen Zeitraum überstanden, überlebten fast immer die Vergiftung, selbst bei anfänglich schwersten Erscheinungen. Ähnliches sahen wir bisher nur bei E 605, während sich bei den anderen, bereits eingangs erwähnten, neueren Phosphorsäureestern die Zeit zwischen Applikation und Tod in manchen Fällen bis zu 48 Stunden hinzog. Diese rapide Entwicklung der Vergiftungserscheinungen spricht für eine außerordentlich schnelle Resorption des DDVP unter den von uns gewählten Versuchsbedingungen von Magen-Darm her, die kurze Dauer der Vergiftungserscheinungen bei den überlebenden Tieren für eine schnelle Entgiftung im Organismus. Dabei dürfte es sich eher um eine rasche Aufspaltung des DDVP-Moleküls als um eine Ausscheidung handeln.

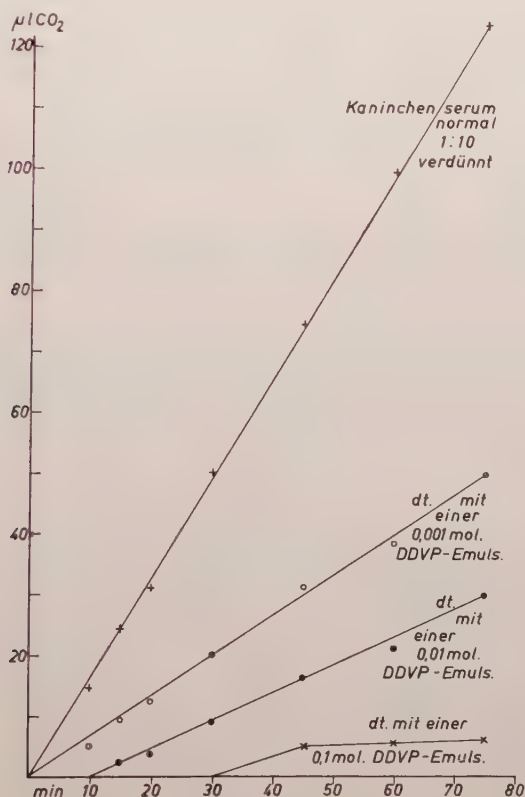
Erwähnenswert wäre hier noch, wenn es auch zu erwarten war, daß subkutane hohe Atropindosen (3 mg/kg) vor der oralen DDVP-Applikation die Tiere gegen sonst tödliche Dosen zu schützen vermögen. Bei dem schnellen Ablauf der Vergiftungserscheinungen ist eine Atropingabe nach der DDVP-Applikation unter unseren Versuchsbedingungen dagegen von zweifelhaftem Wert.

Neben der akuten oralen Toxizität interessierte uns besonders die *p e r k u t a n e*. Die Frage der Hautresorption ist ja gerade für die Praxis von Bedeutung. Wir haben männlichen Ratten, für jede Dosis drei Tiere, Dosen zwischen 100 und 1200 mg/kg appliziert. Bei 375 mg/kg treten die ersten, allerdings leichten Vergiftungserscheinungen, auf (ein Tier von drei). Bei 750 mg/kg starb ein Tier von drei Tieren und bei 1200 mg/kg starben alle Tiere. Die LD_{50} für die perkutane Applikation betrug 900 mg/kg.

Schließlich haben wir noch die Frage der *l ä n g e r d a u e r n d e n F ü t t e r u n g* von verschiedenen Dosen bei männlichen weißen Ratten untersucht. Die Dosis, die unsere Tiere über sechs Wochen ohne tödliche Wirkung vertrugen, lag bei 10 mg/kg. Es muß aber betont werden, daß auch dabei gelegentliche Vergiftungserscheinungen auftreten, die Tiere hatten sich aber bis zur nächsten Applikation nach 24 Stunden wieder erholt. Die tägliche Menge, die über längere Zeit reaktionslos vertragen wird, muß daher noch unter 10 mg/kg liegen.

Cholinesterase:

Um zu prüfen, in welchem Maße die Cholinesterase gehemmt wird, haben wir verschiedene molare Konzentrationen in vitro auf Kaninchenserum einwirken lassen. Dabei zeigte sich, daß eine 0,001 molare Konzentration von DDVP noch in der Lage ist, eine Hemmung der Serumcholinesterase zu bewirken (Abb. 1).



Dieser Befund ist nicht überraschend, er bestätigt vielmehr das bereits in den Tierversuchen festgestellte cholinergische Vergiftungsbild des DDVP, das ja auch von den anderen Phosphorsäureestern bekannt ist.

Blutbild:

Wie schon in früheren Versuchen, haben wir bei einem Teil unserer Tiere sowohl die Eosinophilenveränderungen als auch das Differenzialblutbild untersucht. Es kam uns darauf an festzustellen, ob auch durch DDVP Veränderungen auftreten, die vom Stress bekannt sind.

In der Tabelle 1 sind diese Veränderungen bei der Prüfung der oralen akuten Toxizität zusammengestellt.

Tabelle 1

Dosis mg/kg	Eosinophile			Neutrophile		Lymphocyten	
	vorher	n. 2 Std.	n. 4 Std.	vorher	n. 4 Std.	vorher	n. 4 Std.
20	406	253	185	21	35	76	62
	520	386	223	25	31	74	69
40	310	178	143	11	33	87	59
	330	261	152	18	37	86	62
60	150	80	30	21	48	72	47
	200	120	+	154	+	82	+
80	420	215	168	12	33	86	65
	190	+		23	+	73	+

In der folgenden Zusammenstellung (Tabelle 3) sind die Veränderungen nach perkutaner Applikation von DDVP dargestellt. Wir haben als Beispiel je ein Tier aus den Gruppen mit relativ niedriger Dosierung ausgewählt.

Tabelle 2

Dosis mg/kg	Eosinophile			Neutrophile		Lymphocyten	
	vorher	n. 2 Std.	n. 4 Std.	vorher	n. 4 Std.	vorher	n. 4 Std.
75	118	109	62	25	49	75	50
100	121	65	22	12	63	86	37
125	253	165	31	12	70	86	30

Auch bei der Verfütterung von DDVP über einen längeren Zeitraum kann man diese Veränderungen des Blutbildes verfolgen. Bei den Eosinophilen ergibt sich dabei ein interessanter Befund. Im Laufe der Fütterungsperiode sinken jeweils nach der Applikation die Eosinophilen mehr oder weniger ab, mit fortschreitender Dauer erreichen sie aber nicht wieder die Ausgangswerte. Es scheint so, als käme der Regulationsmechanismus in Unordnung und könnte sich der Belastung nicht mehr anpassen. Wir haben in Tabelle 3 die Eosinophilenwerte während der ersten sechs Tage bei den Tieren zusammengefaßt, die 25 mg/kg täglich per os bekamen.

Tabelle 3

Tier	1. Tag		2. Tag		3. Tag		4. Tag		5. Tag		6. Tag	
	vorher	n. 4 Std.	vorher	n. 4 Std.	vorher	n. 4 Std.	vorher	n. 4 Std.	vorher	n. 4 Std.	vorher	n. 4 Std.
1.	1 031	271	1 102	215	753	359	446	122	440	+		
2.	739	137	443	187	420	156	380	+				
3.	396	87	354	121	290	98	310	102	263	91	271	89
4.	452	61	471	78	397	101	331	82	291	121	303	92

Die beschriebenen Veränderungen des weißen Blutbildes lassen sich, ebenso wie bei den anderen Phosphorsäureestern, als Ausdruck einer Stressreaktion deuten.

Überblickt man die bisherigen Untersuchungsergebnisse mit DDVP, so dürfen wir in diesem neuen Phosphorsäureester in mancher Hinsicht einen gewissen Fortschritt sehen, man kann aber zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht absehen, welche praktischen Möglichkeiten DDVP für den Pflanzenschutz und die Schädlingsbekämpfung bietet. Die bisherigen Resultate sind lediglich Ergebnisse von Laboratoriumsarbeiten und orientierenden biologischen Versuchen. Eine allgemeine Anwendung wäre vor allen Dingen vom gesundheitlichen Standpunkt verfrüht.

Zusammenfassung

Es wird über die Toxikologie eines neuen insektiziden Phosphorsäureesters, des O,O-Dimethyl-2,2-dichlorvinylphosphates, berichtet. Neben der Bestimmung der LD_{50} an Ratten bei verschiedenen Applikationsarten und der Cholinesterase im Serum in vitro wurden besonders die Veränderungen im weißen Blutbild verfolgt, die schon in einer früheren Arbeit als Stressreaktion gedeutet wurden.

Literatur

1. Klotzsche, C., Arzneimittel-Forsch. 5/436—439 (1955).
2. Mattson, D. M., Spillane, J. T. u. Pearel G. W. zit. n. Quartermann, K. D. (siehe Nr. 4).
3. Kilpatrick, J. W. u. Schoof, H. F., zit. n. Quartermann, K. D. (siehe Nr. 4).
4. Quartermann, K. D., Public Health Reports 70/729—30 (1955).

Anschrift des Verfassers: Dr. Claus Klotzsche,
Berlin-Dahlem, Unter den Eichen 82—84.

Zur Morphologie des Waschbärenspulwurmes und zu seiner Stellung im System

Von Curt Sprehn und Ulrich Haack

(Mit 8 Abbildungen)

Über das Vorkommen von Spulwürmern beim Waschbär (*Procyon lotor* L.) berichten neuerdings Stefanski u. Zarnowski (W. Stefanski u. E. Zarnowski: *Ascaris procyonis* n. sp. provenant de l'intestin de *Procyon lotor* L. — Ann. Mus. Zool. Polon. 14, 199—202, Taf. XVIII. 1951). Auf Grund ihrer Untersuchungen reihen sie die Würmer in die Gattung *Ascaris* Linnaeus, 1758, ein und geben ihnen den Namen *Ascaris procyonis*.

Wir haben bei unseren zahlreichen Waschbärsektionen im Laufe der letzten 25 Jahre seit 1930 immer wieder häufiger Waschbärspulwürmer gefunden, sie oft als *Ascaris* spec. in unseren Veröffentlichungen erwähnt und auch eine Mikrophotographie des Eies (Sprehn, C.: Pelztierkrankheiten — in Stang-Wirth, Tierheilkunde und Tierzucht 11. 1936) veröffentlicht. Das vor 1945 gesammelte umfangreiche Material ist leider durch Kriegseinwirkungen vernichtet worden. Neuerdings in den letzten Jahren gesammeltes Material bot aber die Möglichkeit, die Würmer nachzuuntersuchen. Dies erschien uns notwendig, da uns nach dem Aussehen des Eies und nach anderen morphologischen Merkmalen die Zugehörigkeit der Würmer zur Gattung *Ascaris* zweifelhaft erschien.

Die dieser Nachuntersuchung zugrunde liegenden Würmer stammen aus dem Dünndarm von drei Waschbären. Das erste Tier lebte auf einer Farm in Widdern an der Jagst. Bei ihm wurde der Wurmbefall koprologisch festgestellt und behandelt. Leider übersandte der Züchter die abgegangenen Würmer am 15. Dezember 1950 trocken, so daß sie stark geschrumpft eintrafen. Das zweite Tier kam aus Arlenberg bei Lüneburg am 1. Dezember 1952 zur Sektion. Es war an einer Vergiftung verendet. Das dritte Tier stammte aus einer Zucht aus Wanderwisch bei Lüneburg und wurde am 9. Dezember 1952 seziert. Auch in diesem Fall lag als Todesursache eine Vergiftung vor.

Das Wurmmaterial war mit 10%igem Formalin fixiert und dann in 70 %igem Alkohol mit einem Zusatz von 5 % Glyzerin aufbewahrt worden.

Die Untersuchungen wurden an mit Lactophenol aufgehellten Würmern durchgeführt. Außerdem wurde ein kleineres Weibchen in der üblichen Weise in Paraffin eingebettet, 10 μ dick geschnitten und nach verschiedenen Methoden gefärbt.

Naturgemäß lassen sich derart kräftige Würmer nicht ohne weiteres in Lactophenol unter das Deckglas legen und durch Verschieben des Deckglases drehen. Besonders schwierig ist es, die Lage gekrümmter Teile zu verändern. Daher wurde folgendes Verfahren angewandt:

Aus nicht zu weichem, 2 bis 3 mm dickem Gummi wurden zum Objektträger passende, geschlossene Rahmen geschnitten, von einer Seite her in der Mitte durchlocht und mit Uhu-Klebstoff oder Kanadabalsam auf den Objektträger geklebt. Auf eine von außen her durch das Loch geschobene Stecknadel ließ sich nun das Objekt der Länge nach so auf-

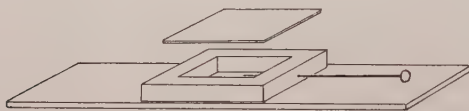


Abb. 1. Objektträgerkammer z. Untersuchung größerer Würmer

spießen, daß es mit der Nadel zu drehen war. Dann wurde die Kammer mit Lactophenol gefüllt und blasenfrei mit dem Deckglas verschlossen (Abb. 1). Der einzige Nachteil dieses Verfahrens ist, daß man mit starken Objektiven nicht immer nahe genug an das Objekt herankommt, doch reichen die möglichen Vergrößerungen im allgemeinen aus, wenn man stärkere Okulare verwendet.

Zur Morphologie

Der Kopf der Würmer hat einen annähernd runden Querschnitt (Abb. 2). Dorso-ventral gesehen ist er flach, etwa trapezförmig, wobei die oberen Ecken, die der äußeren Krümmung der Lippen entsprechen, abgerundet sind (Abb. 3). Die Mundöffnung wird von drei kräftigen Lippen umschlossen, deren dorsale etwas breiter ist als die subventral gelegenen. Die Lippenpulpa bildet proximal eine größere gemeinsame Masse, die nach außen und nach den Seiten hin den Lippenrand fast erreicht, die nach vorne aber in zwei Ausläufer übergeht, zwischen denen ein Spalt freibleibt (Abb. 2 und 4). Diese Ausläufer sind auf ihrem Vorderrand deutlich eingekerbt, sie erreichen fast den vorderen Lippenrand. Wo sich die Außenseite der Lippen zur Mundöffnung hin-

wölbt, also etwa in halber Höhe, liegen Sinnespapillen (Abb. 2, 3 und 4). Die dorsale Lippe trägt zwei Paar seitenständige Papillen, die beiden subventralen haben je ein Paar, das etwas ventral von der Lippenmitte liegt. Die zwei kleinen, lateral einander genäherten papillenartigen Bildungen, die Stefanski u. Zarnowski beschreiben und abbilden, haben wir nicht gefunden. Die großen Lippenpapillen bestehen aus einer mehr medial liegenden kleineren Papille, deren sensibler Teil als runder Kern in einem elliptischen Hof erscheint. Dieser Papille liegt lateral eine zweite größere an, deren Hof von außen gesehen rund ist. Ihr sensibler Teil füllt den Hof ganz aus. Er ist also verhältnismäßig groß und der von ihm ableitende Nervenstrang beginnt trichterförmig. Im weiteren Verlauf sind die Nerven beider Papillen gleich, doch läßt die unterschiedliche Bildung der Organe vermuten, daß ihre sensorische Funktion nicht gleichwertig ist.

Der Lippensaum ist allseits nach außen umgebördelt. Vorne trägt er auf der Innenseite eine Lamelle feiner Zähnchen, die den Rand in der Mitte fast erreicht, weil er dort gerade verläuft oder sogar leicht eingebuchtet ist (Abb. 4). Wenn man von dieser Einbuchtung absieht, sind die Lippen von außen gesehen hufeisenförmig. Im Längsschnitt werden sie zur Basis hin rasch dicker. Dort sind sie im Querschnitt elliptisch, daher bleibt zwischen ihren Basen am Grund der Mundkapsel ein drei-

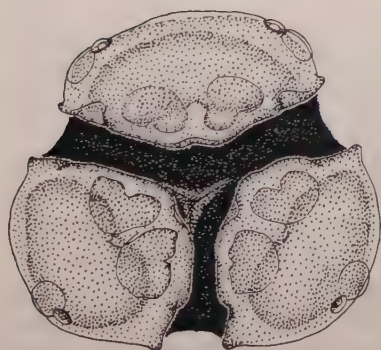


Abb. 2. *Toxascaris procyonis* (Stefanski u. Zarnowski, 1951), Kopf von oben gesehen

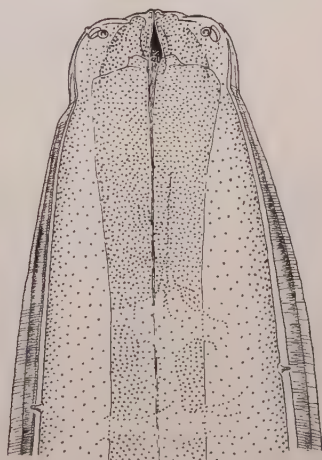


Abb. 3. *Toxascaris procyonis* (Stefanski u. Zarnowski, 1951), Vorderende

eckiger Raum frei, in welchem die dreisternförmige Öffnung des Schlundes liegt (Abb. 2). Zwischenlippen sind nicht ausgebildet.

Der Kopf setzt sich vom Körper durch eine schwache halsartige Verjüngung ab, die von allen Seiten sichtbar ist. In dorso-ventraler Ansicht wirkt sie jedoch am deutlichsten, weil beiderseits die Cervicalflügel erscheinen, die wir im Gegensatz zu Stefanski u. Zarnowski in unserem Material stets sahen. Sie zeigen sich schon im Bereich des Kopfes als schmale laterale Aufblähung der Cuticula. Am Hals werden sie schmaler und treten dann wieder als schlanke aber deutliche Flügel über die Oberfläche des Wurms hervor (Abb. 3 und 5).

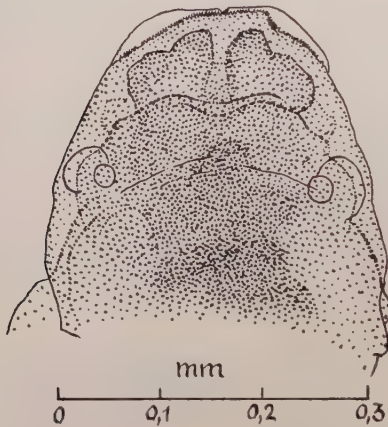


Abb. 4. *Toxascaris procynonis* (Stefanski u. Zarnowski, 1951), Dorsallippe

Ihre größte Breite, 74—88 μ , erreichen sie schon am Ende des ersten Oesophagussechstels, wo außerdem, genau ventral gelegen, der Excretionsporus zu finden ist. In geringem Abstand dahinter, etwa am Ende des ersten Oesophagusfünftels, aber nicht genau auf gleicher Höhe, liegt in jedem Cervicalflügel eine kleine Cervicalapille (Abb. 3 und 5), die kegelförmig kurz ist oder auch trompetenartig bis zum Rand des Flügels verlängert sein kann. Von dieser Stelle an verjüngen sich die Cervicalflügel langsam und verlieren sich vor dem Oesophagusende flach in der Cuticula. Diese selbst ist durchgehend quergestreift in Abständen, die sich von 9,2 μ vorn bis zu 25 μ nach hinten zu vergrößern.

Der Oesophagus springt mit einem kleinen kraterartigen Wulst in die Mundöffnung vor. Gleich darauf wird er so breit (etwa 300 μ), daß er in der Höhe des Halses fast den ganzen Querschnitt ausfüllt. Dann verjüngt er sich wieder. Den geringsten Durchmesser, von nur 220 bis 255 μ , hat er zwischen dem Excretionsporus und den Cervicalapillen, wo er von einem doppelten Nervenring umrankt wird (Abb. 3). Danach

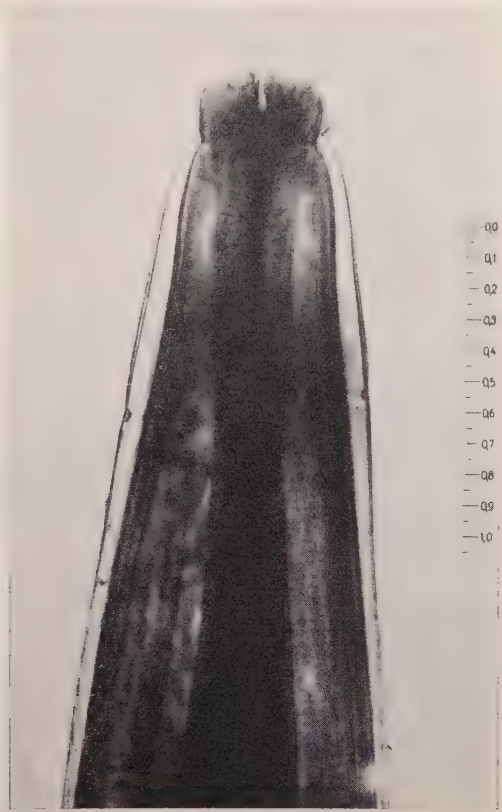


Abb. 5. *Toxascaris procyonis*
(Stefanski u. Zar-
nowski, 1951), Vorder-
ende, 1 Teilstrich = 50 μ

verbreitert er sich allmählich und erreicht seine größte Breite von etwa 490 μ kurz vor dem Ende. Seine Gesamtlänge beträgt 4,0—4,6 mm. Sein Lumen ist dreiteilig, d. h. es hat im Querschnitt die Form eines Y. Der Darm ist ein einfaches gerades Rohr, das bei allen Würmern (fixierten!) dorsoventral abgeplattet, also queroval, ist.

Die Männchen sind 6,5—7,7 cm lang und 1,4—1,6 mm breit. Etwa 3,3 mm vor dem Hinterende beginnen die Caudalpapillen (Abb. 6). Diese sind zunächst verhältnismäßig groß und liegen mit größeren Abständen sublateral in zwei geraden Linien. Vor der Kloake werden sie kleiner, sind dichter gelagert und zwar in gezackten Linien mehr subventral. In der Höhe der Kloake, also adkloakal, liegt ein größeres Papillenpaar, das mit den vor ihm liegenden praekloakalen und dem folgenden ersten großen postkloakalen Papillenpaar einen Bogen um die Kloake bildet. Die Anordnung der praekloakalen Papillenpaare ist nicht streng symmetrisch, auch die Anzahl der Papillen ist auf beiden Seiten verschieden und schwankt zwischen 23 und 27. Postkloakal folgen nun

5 Papillenpaare. Das erste davon, manchmal noch mehr oder weniger adkloakal gelegen, begrenzt mit dem folgenden den Kloakenbogen nach hinten. Beide Papillenpaare haben besonders große Papillen, ausgesprochene Doppelpapillen haben wir allerdings bei unserem Material nicht gesehen. Die letzten drei postkloakalen Papillenpaare liegen distal in einigem Abstand von dem großen Papillenpaar, dicht hinter- und nebeneinander, fast median. Es sind also insgesamt 27—31 Caudalpapillenpaare ausgebildet.

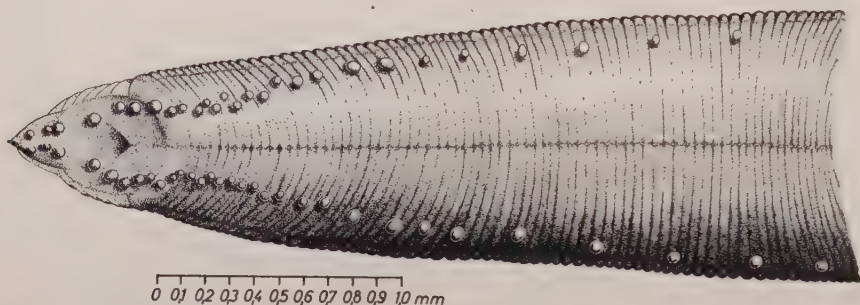


Abb. 6. *Toxascaris procyonis* (Stefanski u. Zarnowski, 1951), Hinterende des Männchen, ventral gesehen

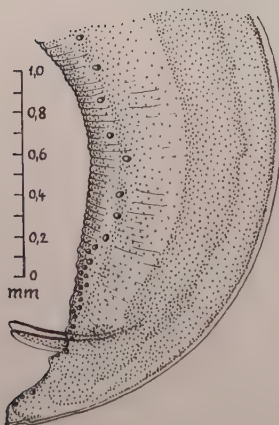


Abb. 7. *Toxascaris procyonis* (Stefanski u. Zarnowski, 1951), Hinterende des Männchen, lateral gesehen

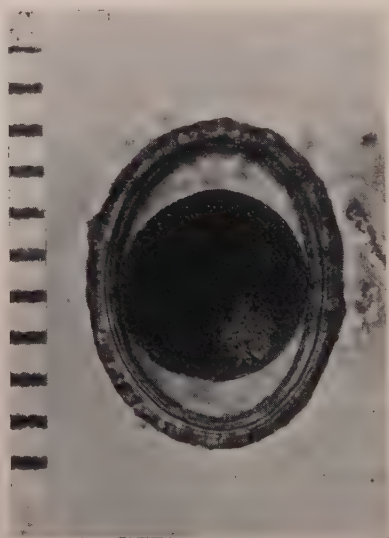


Abb. 8. *Toxascaris procyonis* (Stefanski u. Zarnowski, 1951), Ei aus Waschbärkot. 1 Teilstrich = 10 μ

Die Spicula sind fast gleich lang, 570—610 μ , glatt und in der Mitte 74 μ breit. Distal werden sie etwas schlanker. Ihre Enden sind abgerundet. Sie sind ventralwärts gebogen und haben keine Hautflügel. Ihr Querschnitt ist rund, eine dorso-ventrale Abplattung konnten wir nicht feststellen. Ein Gubernaculum war nicht ausgebildet (Abb. 7).

Das Hinterende (Abb. 6 und 7) hat in seitlicher und ventraler Ansicht konische Form, doch ist es ventral gesehen breiter, weil es im Bereich der Kloake abgeplattet, ja leicht konkav ist. Der letzte, mit den letzten drei Papillenpaaren besetzte Teil des Schwanzes ist schildförmig. Er endet in einen abgerundeten Fortsatz (Spina), auf welchem distal ein sehr kleines, papillenartiges Knöpfchen sitzt (Abb. 6 und 7). Die Cuticula ist an den Seiten des Schwanzes leicht wulstig und etwas aufgebläht, zeigt aber keine eigentliche Caudalflügelbildung. Die Schwanzlänge beträgt 450—520 μ .

Die Weibchen sind wesentlich größer als die Männchen. Ihre Länge schwankt zwischen 12 und 20 cm, ihre Breite zwischen 2,0 und 2,7 mm. Die Vulva befindet sich am Ende des ersten Körperviertels. Sie ist von schwachen Lippen begrenzt, quergestellt und etwa 190 μ breit. Die Vagina verläuft schräg caudalwärts und teilt sich nach 2,5 mm Länge in die beiden Uterusschläuche. Das Hinterende ist konisch. Der Anus liegt quer zwischen zwei leichten Wülsten, etwa 920 μ vor dem Hinterende. Dieses ist etwas mehr abgerundet als beim Männchen und hat als caudale Begrenzung eine kleine Papille. 190—270 μ vor dem Hinterende befinden sich lateral oder auch mehr subventral zwei Papillen, meist asymmetrisch gelegen.

Die Eier sind breit oval. Die Uteruseier in den fixierten reifen Weibchen sind 73—77 μ lang und 53—57 μ breit, ihr Formindex beträgt also 1,3. Die Eier des Wurmes im frischen Kot der Wirtstiere messen dagegen 73—80 : 60—62 μ . Ihre durchscheinende Schale ist von einer feindelligen Eiweißschicht umgeben. Eine Stäbchenschicht ist ausgebildet (Abb. 8).

Die von Stefanski u. Zarnowski ermittelten Maße stimmen sonst im wesentlichen mit den an unserem Material ermittelten überein, wie die folgende Tabelle (s. S. 102) zeigt:

Zur Stellung im System

Die Ausbildung von drei gut entwickelten, vorspringenden Lippen, die Papillen tragen, das Fehlen einer Mundkapsel, der einfache Darm, ohne postoesophagealen Ventriculus, ohne Oesophagusanhang oder Darmblindsack, die fast gleichen Spicula des Männchen, das Fehlen von Caudalflügeln und die Lage der Vulva der Weibchen in der vorderen

	Stefanski und Zarnowski		Eigene Maße	
Oesophaguslänge	3,9	— 4,5 mm	4	— 4,6 mm
Länge des Männchen	62	— 76 mm	65	— 77 mm
Dicke des Männchen	1,5	— 1,85 mm	1,4	— 1,6 mm
Schwanzlänge beim Männ- chen	0,35	— 0,4 mm	0,45	— 0,52 mm
Spiculalänge	0,51	— 0,59 mm	0,57	— 0,6 mm
Länge des Weibchen	90	— 122 mm	120	— 200 mm
Dicke des Weibchen	1,6	— 2,5 mm	2,0	— 2,7 mm
Schwanzlänge des Weib- chen	0,74	— 0,94 mm	0,92 mm	
Vaginalänge	2,5	— 3 mm	2,5 mm	
Eimaße	0,077	— 0,79:	0,073	— 0,077:
	0,053	— 0,057 mm	0,053	— 0,057 mm
			(Unteruseier)	
			0,073	— 0,080:
			0,060	— 0,062 mm
			(aus frischem Kot)	

Körperhälfte charakterisieren den Wurm als Angehörigen der Familie Ascaridae Baird, 1853.

Da beim Männchen kein praecloacaler Saugnapf und kein Guvernaculum ausgebildet ist, gehört der Wurm zur Unterfamilie Ascarinae Travassos, 1913.

Da dem Wurm Zwischenlippen fehlen, dagegen schmale Cervicalflügel ausgebildet sind, das Hinterende des Männchens konisch ausläuft, ohne fingerförmigen Anhang, die Spicula keine Hautflügel ausgebildet haben, die Eischale durchscheinend ist, das Ei eine Stäbchenschicht deutlich ausgebildet hat, da ferner die distalen Pulpavorsprünge in den Lippen breit und zweigeteilt sind, stellen wir den Wurm in die Gattung *Toxascaris* Leiper, 1907, da er alle charakteristischen Merkmale dieser Gattung aufweist. Der Name des Waschbärenspulwurmes wäre demnach also: *Toxascaris procyonis* (Stefanski u. Zarnowski, 1951).

Von den bei Feliden, Füchsen und Hunden häufigen Spulwürmern aus derselben Gattung, nämlich von *Toxascaris leonina* (Linstow, 1903) unterscheidet sich die Art im Waschbär deutlich schon durch die Länge der Spicula beim Männchen, die bei *leonina* 900 μ bis 1,5 mm, bei *procyonis* dagegen nur 510—610 μ beträgt.

Anschriften der Verfasser: Professor Dr. C. Sprehn, Celle, Amelungstr. 36 A, Dr. U. Haakh, Tübingen, Württ., Wilhelmstr. 84.

Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung von Raupenhaaren auf die menschliche Haut

I. *Arctia caja* und *Dasychira pudibunda*

Von Heinrich K e m p e r

(Mit 6 Abbildungen)

Im vorigen Jahre¹ habe ich über Versuche mit der sog. Afterwolle von *Euproctis chrysorrhoea* als Dermatitis-Erreger berichtet. Dabei mußte die Frage offen gelassen bleiben, ob die beobachteten Hautreaktionen tatsächlich von den Afterhaaren der Imago selbst oder von den stets dazwischen befindlichen Spiegelhaaren der Raupe ausgelöst wurden.

Die hier mitzuteilenden Versuchsergebnisse wurden mit zwei Raupenarten erzielt, die keine Spiegelhaare besitzen und deren Körperhaare morphologisch in den meisten Punkten übereinstimmen. Ziel der Versuche war es auch diesmal, festzustellen,

ob und in welchem Grade die einzelnen Versuchspersonen auf das Einreiben der Haare in ihre Haut verschiedenartig reagieren,

ob und wie schnell nach wiederholter Behandlung derselben Hautstelle eine Sensibilisierung erfolgt und

ob wiederum eine Ähnlichkeit nachzuweisen ist zwischen der Wirkung der Raupenhaare und derjenigen der Stiche blutsaugender Arthropoden.

Beschaffenheit der Haare

Die Raupe von *Arctia caja* L. (Brauner oder Deutscher Bär — Fam. Arctiidae), die im Frühjahr sehr häufig auf Wiesen zu finden ist, dort auffällig schnell kriecht und sich von allen möglichen Pflanzen

¹ H. Kemper: Experimentelle Untersuchungen über die durch Afterwolle von *Euproctis chrysorrhoea* (Lepidoptera) erzeugte Dermatitis, verglichen mit der Wirkung von Arthropodenstichen, Z. angew. Zool. 1955. S. 37—59.

ernährt, ist über den ganzen Körper ziemlich dicht behaart. Die Haare, die jeweils zu Büscheln von meistens 20 bis 40 Stück vereinigt auf Warzen stehen, sind verschieden lang und dick (Abb. 1). Am Rücken sind sie durchweg viel länger als an den Seiten, unten und am Kopf. Gefärbt sind die Haare des Kopfes, der Körperseiten, der Bauchseite und am Rücken der beiden vorderen Thoraxsegmente rostrot. Auf den Rückenwarzen des 3. Brustabschnittes stehen miteinander vermischt rostrote und schwarze, zu den Spitzen hin hellgrau werdende Haare.



Abb. 1. Zwei Abdominalsegmente der *Arctia caja*-Raupe in seitlicher Ansicht. Man erkennt die auf Warzen stehenden Haarbüschel und die weiten Stigmen. — Etwa vierfach vergrößert

An der Dorsalseite der Abdominalsegmente befinden sich Haare, die größtenteils dünner als die übrigen und sämtlich in ihrem basalen Teil schwarz gefärbt sind und dann langsam heller werdend in der distalen Hälfte fast rein weiß erscheinen. Da die Körperhaut mit Ausnahme der weißen Stigmenplatten und der manchmal und teilweise weißen Warzen dunkelgrau bis schwarz gefärbt ist, machen die Raupen von oben gesehen trotz der langen zur Spitze hin weißen Haare einen fast schwarzen Gesamteindruck. Das gilt jedoch nur für die schon älteren Tiere. Die jungen Raupen weisen eine größere Variabilität der Färbung auf. Ihre Rückenhaare sind manchmal über die ganze Länge hin tief schwarz, manchmal rein weiß. Das letztere trifft hin und wieder auch

für die sonst rostfarbigen Seiten-, Kopf-, Bauch- und Thoraxhaare der Jungraupen zu.

Alle Haare laufen in einer Spitze aus (Abb. 2) und sind mit ziemlich langen Seitendornen besetzt. Diese Dornen sind zum distalen Ende hin länger und mehr abstehend als im proximalen Teil. Bei den langen, im Vergleich zu den anderen, dünneren und biegsameren Rückenhaaren der Abdominalsegmente stehen die Seitendornen besonders zum distalen



Abb. 2. Rückenhaare der *Arctia caja* - Raupe. Links: Spitze, rechts Mittelstück, beide mit Seitendornen und Markstrang

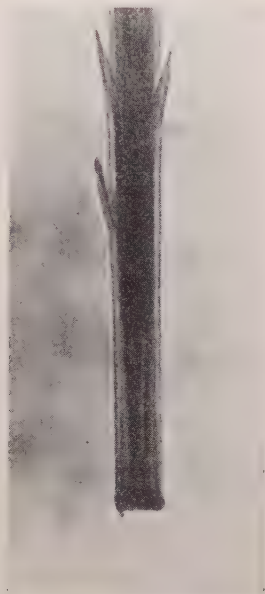


Abb. 3. Basalende eines Raupenhaares von *Arctia caja* mit Markstrang und Seitendornen

Ende hin in weiterem Abstände voneinander. Sie sind also hier spärlicher vorhanden. In den mikroskopischen Präparaten waren bei den Haaren des öfteren einzelne der Seitendornen an ihrer Basis abgebrochen.

Die Haare sind immer von einem fast bis zur Spitze reichenden Markstrang durchzogen, der an den Abzweigstellen der Seitendornen jeweils eine geringfügige Erweiterung zeigt. Nach Einbettung der Haare in Berlese-Gemisch oder Caedax erschien unter dem Mikroskop dieser Markstrang als dunkler Streifen. Die Markröhre scheint nicht ganz ausgefüllt zu sein; hin und wieder war in ihr auf einer kürzeren oder längeren Strecke eine Füllung mit Luft (oder einem anderen Gas?)

festzustellen. An der Basis enden alle Haare von *Arctia caja* stumpf (Abb. 3).

Bei der Raupe von *Dasychira pudibunda* L. (Buchenrotschwanz oder Streckfuß — Abb. 4 — Fam. Lymantriidae), die von Juni bis Oktober bei uns an verschiedenen Laubbäumen und auch an Rose und Brombeere zu finden ist und die nicht selten zu Massentwicklung kommt und dann beachtliche Schäden anrichten kann, lassen sich drei verschiedene Arten von Haaren unterscheiden:

Zunächst die Bürstenhaare. Sie sind seidig glänzend hellgelb oder graugelb gefärbt und stehen sehr dicht gedrängt auf den Tergiten des 4. bis 7. Segmentes. Jede dieser vier Bürsten wird, wie die Zählung bei fast erwachsenen Tieren ergab, aus etwa 2000 Haaren gebildet. Da die Haare annähernd gleich lang sind, erscheinen die Bürsten oder „Rasierpinsel“, wie sie auch genannt wurden, scharf gestutzt.

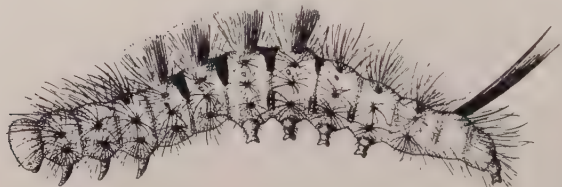


Abb. 4. Raupe von *Dasychira pudibunda* L. Etwa 1,5fach vergrößert

Sodann die Schwanzhaare. Sie stehen zu etwa 250 als ein ziemlich langes manchmal zweiteiliges Büschel auf dem Tergit des 11. Körperringes, sind nach oben und hinten gerichtet und haben eine rote bis schwärzlich-rote Färbung.

Schließlich die übrigen Körperhaare, die mehr oder weniger dicht den ganzen Körper bedecken. Die seitlich am Thorax und am Abdomen stehenden sind z. T. sehr lang. Das Gros dieser Haare ist am unteren Ende weiß und zur Spitze hin grüngelb gefärbt. Dazwischen finden sich aber immer einige von ähnlicher Rotfärbung wie die Schwanzhaare.

Alle Haare der drei genannten Typen stimmen mit denen von *Arctia caja* überein in der Dicke, dem Vorhandensein und der Anordnung ziemlich langer abstehender Seitendornen, der Ausbildung einer Spitze am distalen Ende (Abb. 5) und eines Markstranges, der auch hier offenbar einen Hohlraum freiläßt, in dem manchmal Luft (?) festzustellen war. Auch hier waren des öfteren einzelne der Seitendornen an der Basis abgebrochen.



Abb. 5. Bürstenhaare von *Dasychira pudibunda*. Der Markstrang hebt sich deutlich ab. Links: Distalende (einer der Seitendornen ist an seiner Basis gebrochen, aber noch vorhanden), rechts: Mittelstück — Phasenkontrastaufnahme



Abb. 6. Basalende eines Bürstenhaares der *Dasychira pudibunda*-Raupe mit Markstrang und Seitendornen — Phasenkontrastaufnahme

Die Bürstenhaare unterscheiden sich von den übrigen dadurch, daß sie an ihrer Basis nicht stumpf enden, sondern zugespitzt sind und daß die basalwärts immer kleiner werdenden Seitendornen bis fast zu dieser Spitze hin ausgebildet sind (Abb. 6).

Versuchspersonen und Versuchsdurchführung

Mit den Haaren beider Raupenarten wurden Einreibungen an mir und elf weiteren Versuchspersonen durchgeführt. Die Versuchspersonen A, B, C, D, E, F, G, H und J waren mit denen identisch, die sich schon im vorigen Jahre für die Versuche mit der Afterwolle von *Euproctis chryrrhoea* freundlicherweise zur Verfügung gestellt hatten. Zu den jetzt neu hinzugekommenen sei folgendes vermerkt: Versuchsperson L, ♀, 20 Jahre alt, reagiert auf *Aedes aegypti*-Stiche mit großen Quaddeln und mäßig starkem Juckreiz, Idiosynkrasie nicht beobachtet. Versuchsperson M, ♂, 18 Jahre alt, reagiert auf Stiche

verschiedener *Aedes*-Arten mit Quaddeln von etwa 5 mm Durchmesser und schwachem Juckreiz, Idiosynkrasie nicht beobachtet.

Verwendet wurden für die Einreiberversuche nur die Haare von älteren Raupen, die aus Laboratoriumszuchten stammten und die entweder eines natürlichen Todes gestorben oder durch Essigaetherdämpfe abgetötet und nicht mit anderen Chemikalien in Berührung gebracht waren. Die toten Raupen waren, bevor ihnen die Haare mittels Pinzetten ausgezogen wurden, mindestens zwei Monate lang bei Zimmertemperatur in mit Stoff zugebundenen Gefäßen aufbewahrt worden, so daß sie und ihre Haare lufttrocken und etwas spröde geworden waren.

Die Haare wurden zu kleinen Ballen zusammengedrückt, und mit diesen Ballen wurde jedesmal eine im Durchmesser etwa 3 cm große Hautfläche der Versuchsperson unter mäßig starkem Druck etwa drei bis vier Sekunden lang eingerieben. Sofern nichts anderes angegeben ist, befand sich die Einreibestelle an der Beugeseite des Armes und in der Nähe des Ellenbogengelenkes.

Die Wirkung der Haare von *Arctia caja* L.

H. v. Schmidt² schreibt: „Die Haare von *Arctia caja* L. und *Arctia villica* L. verursachen bei Empfindlichen meist nur ein leichtes Brennen, das etwa eine halbe Stunde anzuhalten pflegt.“ Bezüglich älterer Literaturangaben sei auf die Arbeit von Weidner³ verwiesen.

Alle Versuchspersonen, die ich behandelte, gaben übereinstimmend an, daß sie einen nur schwachen, aber deutlich spürbaren Schmerz (Einreibeschmerz) empfanden, wenn und solange die mit den Haaren beschickte Hautstelle gerieben wurde. Der Schmerz wurde als „brennend“, „prickelnd“ oder „kitzelnd“ bezeichnet. Er war nicht mehr vorhanden, wenn nicht mehr gerieben wurde, und stellte sich, oft noch mehrere Stunden nach dem erstmaligen Reiben, erneut wieder ein, wenn die betreffende Hautstelle mit der Fingerbeere, einem Wattebausch oder auch nur mit der Kleidung wieder gerieben wurde.

Als sichtbare Folgeerscheinung traten nach drei bis zehn Minuten erythematöse Flecke auf, die oft nur sehr klein, aber (als ein Zeichen dafür, daß etwas von den Haaren tatsächlich in die Haut gelangt sein mußte) immer eindeutig zu erkennen waren.

Es zeigte sich also hier das Gleiche, was ich in meiner vorjährigen Veröffentlichung als Wirkung

² H. v. Schmidt: Durch Insekten hervorgerufene Krankheiten, Stuttgart 1949.

³ H. Weidner: Beiträge zu einer Monographie der Raupen mit Gifthaaren. Ztschr. angew. Entomologie. 23. S. 339—530, 1936.

des Einreibens sterilisierter Glaswolle beschrieben habe.

Bei den Versuchspersonen A, E, F und H waren die erythematösen Flecke (als objektiv erkennbare Reaktion) und der schwache, „prikkelnde“ Einreibeschmerz (als subjektiv spürbare Reaktion) die einzigen Folgen der Behandlung. Die Flecken verschwanden bei ihnen nach zwei bis sechs Stunden.

Die Versuchspersonen D, J, L und M und ich selbst reagierten ziemlich gleich stark und in einer Art und Weise, die ich als normal bezeichnen möchte. Die erythematösen Flecken wurden bald nach ihrem Erscheinen größer und größer, so daß nach einigen Stunden die ganze behandelte Hautfläche und meistens auch noch die nähere Umgebung derselben gleichmäßig gerötet (hellrot) erschien. Es bildeten sich dann meistens zahlreiche kleine quaddelartige Erhebungen, deren Durchmesser höchstens 2 mm betrug. Diese kleinen Quaddeln verschwanden gewöhnlich $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde, spätestens 2 Stunden nach ihrer Entstehung. Solange sie da waren, wurde immer ein Juckreiz von meist nur sehr geringer Intensität gefühlt. Am nächsten Tage und in mehreren Fällen auch noch am übernächsten Tage waren an der Einreibestelle typische Papeln zu beobachten, und zwar im Durchschnitt etwa 15 Stück. Die Versuchspersonen berichteten, daß sie vorübergehend (immer nur für kurze Zeit, sekunden- oder höchstens einige Minuten lang) einen stärkeren Juckreiz empfunden hätten, und zwar vorwiegend in den Abend- und frühen Morgenstunden, und daß während dieser kurzen Juckreizperioden die Rötung der behandelten Hautstelle intensiver gewesen sei als sonst.

Am dritten Tage nach dem Einreiben war das Erythem übergegangen in eine an Umfang kleinere, mehr auf die Mitte der Einreibestelle konzentrierte, stark fleckige Verfärbung, die mehr ins Lila-Rot spielte. Ein Juckreiz war jetzt nicht mehr vorhanden. Die Färbung wechselte nach und nach zu Grünlichgelb und später zu Hellbraun über. Ich nehme an, daß es sich hier um einen kleinen Bluterguß handelte, doch müssen darüber noch genauere Beobachtungen angestellt werden.

Die Einreibestelle war an der Verfärbung meistens noch drei, und häufig noch fünf Wochen lang deutlich von der Umgebung zu unterscheiden. Um diese Zeit stellte sich auf ihr stets eine mehr oder weniger starke Schuppenbildung ein.

Bei den Versuchspersonen B, C und G war die Reaktion in allen wesentlichen Punkten gleich der obenbeschriebenen, aber stärker als diese. Insbesondere waren die Rötung (Erythem) und der Juckreiz intensiver und von längerer Dauer.

Bei Versuchsperson B trat in der Mitte der Einreibestelle nach etwa zehn Minuten eine einzelne Quaddel auf, die schnell an Größe zunahm, nach weiteren zehn Minuten ihre größte Ausdehnung (mittlerer Durchmesser fast 1 cm) erreichte, einen starken Juckreiz ausübte, nach rund einer Stunde sich abflachte und dann allmählich verschwand. Am folgenden Tage und bis zum übernächsten Tage waren an der gleichen Stelle zahlreiche kleine Papeln und ein starkes Erythem zu erkennen. Auch jetzt war noch starker Juckreiz vorhanden, aber nicht mehr andauernd, sondern stets durch längere Pausen unterbrochen. In allen andern Fällen blieben die Quaddeln verglichen mit denen nach Stichen blutausgender Arthropoden auffällig klein (Durchmesser 1 bis 2 mm).

Am stärksten waren Erythem und Juckreiz bei der Versuchsperson C. Bei ihr waren erst 25 Minuten nach dem Einreiben der Haare die üblichen erythematösen Flecke aufgetreten. Die starke Rötung der ganzen behandelten Fläche und ihrer näheren Umgebung trat, ohne daß bis dahin ein Juckreiz zu spüren war, erst nach etwa 26 Stunden ein. Bald darauf zeigten sich viele kleine stark juckende Quaddeln, die nach rund zwei Stunden wieder verschwanden. Bis zum fünften Tage blieb die starke Rötung bestehen, und in dieser Zeit trat immer wieder, besonders des Morgens und des Abends, vorübergehend starker („sehr unangenehmer, aber noch erträglichen“) Juckreiz auf, und wenn dieser sich bemerkbar machte, waren meistens auch erneut wieder Quaddeln zu beobachten⁴. Vom sechsten Beobachtungstage an waren Erythem und Juckreiz verschwunden. Vorhanden waren jetzt etwa 20 kleine, fast farblose Papeln und dazwischen wiederum die dunkel-, z. T. lilaroten Flecke (Bluterguß?). Nach weiteren zehn Tagen war als letzte Phase der Hautreaktion Schuppenbildung zu beobachten.

Auch bei der Versuchsperson G. traten starkes Erythem und Juckreiz erst am nächsten Tage ein. Die intensive Rötung blieb bis zum dritten Beobachtungstage erhalten, und während dieser Zeit war des öfteren immer wieder vorübergehender, starker Juckreiz vorhanden. Am vierten Tage waren kleine Papeln ausgebildet. Die Schuppung der Epidermis begann in diesem Falle schon am sechsten Tage, und damit waren auch die Papeln verschwunden.

Sensibilisierungsversuche, d. h. in Abständen von jeweils einem bis zwei Tagen mehrmals wiederholtes Einreiben der Haare in die Haut der gleichen Körperstelle, wurden vorgenommen bei der Versuchsperson H (die auf das erstmalige Einreiben von allen am wenigsten stark reagiert hatte) und bei mir („normale“ Reaktion). Es erfolgten im ersten Falle innerhalb von 17 Tagen 12 Einreibungen und

⁴ Hier trat also ein ähnliches „Repetieren der Wirkung“ ein, wie es erstmalig von A. H a s e und später auch von anderen Autoren nach Stichen blutausgender Gliedertiere beobachtet wurde.

im zweiten Falle zunächst im Laufe von 14 Tagen 14 Einreibungen und dann nach einer Pause von 10 Wochen an der gleichen Körperstelle nochmals innerhalb von 15 Tagen 12 Einreibungen.

Das Ergebnis muß als negativ bezeichnet werden, d. h. es konnte bei keiner der beiden Versuchspersonen eine eindeutige Sensibilisierung erreicht werden. Allerdings spürte die Versuchsperson H einige Stunden nach der fünften und auch nach der achten Behandlung für kurze Zeit an der betroffenen Stelle einen „nicht starken, aber doch deutlichen“ Juckreiz. Eine objektiv wahrnehmbare Hautreaktion (z. B. Erythem) war dabei aber nicht zu beobachten. Bei mir stellte sich an der mehrmals behandelten Stelle eine ziemlich intensive Braunfärbung und eine sehr starke Schuppenbildung ein. Aber die beobachteten Reaktionen berechtigen wohl nicht dazu, von einem Empfindlicherwerden zu sprechen.

Einreibungen an verschiedenen Körperstellen habe ich bei mir selbst durchgeführt. Die Behandlung der Interdigitalhäute führte nur dann zu einer (schwachen) Reaktion (und zwar erythematösen Flecken und einem eben spürbaren, bald wieder verschwindenden Juckreiz nach etwa $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Stunden), wenn das Einreiben der Haare sehr intensiv (unter starkem Druck) erfolgt war. An den inneren und äußeren Handflächen sowie an den Streckseiten der Arme und Beine konnte in keinem Falle eine Reaktion erzielt werden. Am Hals, in den Kniekehlen, in der Leisten- und in der Nabelgegend, sowie an den Innenseiten der Oberschenkel, reagierte meine Haut ganz ähnlich wie am Ellenbogengelenk. Auf der Stirn und auf den Wangen konnte keine Wirkung erzielt werden.

Die Wirkung der Haare von *Dasychira pudibunda* L.

Wie oben bereits gesagt wurde, unterscheiden sich die Bürstenhaare der Buchenrotschwanzraupe von den übrigen Haaren dieser Art sowie von denen der *Arctia caja*-Raupe dadurch, daß ihr Basalende zugespitzt und bis zu diesem Ende mit distal gerichteten Seitendornen besetzt ist. Es darf daher angenommen werden, daß diese Bürstenhaare sich viel leichter in die menschliche Haut einreiben lassen und dort besser haften bleiben. Von den übrigen Haaren gelangen wohl in der Regel nur abgebrochene Seitendornen und die Spitzen in die Haut hinein.

Aus dieser Überlegung heraus habe ich von den toten, lufttrockenen *Dasychira*-Raupen die Bürstenhaare und die Schwanzhaare gesondert verwendet. Allerdings ließ sich — das darf nicht außer Acht gelassen werden — trotz größter Sorgfalt beim Präparieren nicht die volle Sicherheit dafür erreichen, daß keine Bürstenhaare oder Bruchstücke von solchen zwischen die Schwanzhaare geraten waren.

Bei den Versuchspersonen H, J, M und bei mir wurden mit beiden Haarsorten Vergleichsversuche durchgeführt. Diese bestanden darin, daß von zwei, etwa 3 cm auseinander liegende Hautstellen an der Beugeseite des linken Unterarmes in Nähe des Ellenbogengelenkes kurz nacheinander und möglichst gleich stark die eine mit den Schwanzhaaren und die andere mit den Bürstenhaaren eingerieben wurde.

In allen vier Fällen erwiesen sich die Schwanzhaare als weniger wirksam. Die Reaktionen der Haut auf das Einreiben mit ihnen glichen in allen wesentlichen Punkten (nach Art, Stärke und zeitlichem Ablauf) denen, die nach Behandlung mit *Arctia caja*-Haaren beobachtet wurden.

Versuche mit den Bürstenhaaren wurden an allen zwölf oben genannten Versuchspersonen durchgeführt. Bei keiner von diesen blieb nach dem Einreiben die Haut reaktionslos. Es traten auf: ein stechender, prickelnder Einreibeschmerz, Erythem, kleine Quaddeln, Juckreiz, später Papeln, dann Verfärbung über Dunkel-(violett)Rot und Grüngelb zu Gelbbraun (Bluterguß?) und schließlich Abschilferung der Epidermis, also die gleichen Erscheinungen, die oben als Folgen des Einreibens von *Arctia caja*-Haaren beschrieben und die auch durch die Schwanzhaare der *Dasychira*-Raupen hervorgerufen wurden. Der Unterschied bestand nur darin, daß diesmal die einzelnen Wirkungen intensiver und länger andauernd waren.

Der Einreibeschmerz (wie bei Glaswolle) war nach übereinstimmender Aussage aller Versuchspersonen heftiger und wurde in einigen Fällen noch zehn bis elf Stunden nach Versuchsbeginn bei erneutem Reiben der behandelten Hautstelle deutlich gespürt. Das Erythem, das sich kurz nach dem Einreiben als kleine Einzelflecke zu erkennen gab, dann aber bald sich über die ganze behandelte Hautstelle und meistens noch 1 bis 2 cm über diese hinaus erstreckte, trat in der Regel schon nach wenigen Minuten auf, verstärkte sich dann mehr und mehr, bis es am folgenden und oft erst am nächstfolgenden Tage seine größte Intensität erreicht hatte. Die Rötung verschwand nach und nach bis zum vierten oder fünften Tag. Die Papeln, die gewöhnlich vom zweiten Tag an zu erkennen waren, blieben im Durchschnitt bis zum achten Tage erkennbar. Die Quaddeln bildeten sich meistens fünf bis zehn Minuten nach dem Einreiben der Haare in die Haut und verschwanden 30 bis 60 Minuten später. Die Einzelquaddeln waren auch hier — verglichen mit denen nach Mücken- und sonstigen Insektenstichen — nur recht klein, ihr größter Durchmesser betrug nur selten mehr als 2 mm. Sie waren aber oft so zahlreich vorhanden, daß sie alle mit ihren Rändern zusammenstießen, so daß eine einzige, die ganze behandelte Hautstelle bedeckende Riesenquaddel, oft weit größer als ein 5-Markstück, zustande kam. Dann war der Juckreiz besonders

stark und bis zum Abflachen der Quaddel kontinuierlich — aber keineswegs in gleichbleibender Intensität — vorhanden.

Bei elf von den zwölf Versuchspersonen waren hinsichtlich der Hautreaktionen auf das Einreiben der *Dasychira-pudibunda*-Bürstenhaare keine nennenswerten Unterschiede zu beobachten. Die Versuchsperson F aber reagierte stärker und weit länger als die übrigen. Dabei erscheint es mir besonders bemerkenswert zu sein, daß diese Versuchsperson, wie ich in meiner vorigen Veröffentlichung mitgeteilt habe, die einzige war, die gegenüber der Afterwolle von *Euproctis chrysorrhoea* nicht sensibilisiert werden konnte, daß sie gegenüber Bettwanzen- und Stechmückenstiche völlig reaktionslos war und auch geblieben ist, obwohl sie beim Füttern der Versuchstiere im Laufe der letzten Jahre sehr viele dieser Stiche⁵ erhalten hat, und schließlich daß sie, wie oben gesagt, auf die Haare von *Arctia caja* nur sehr schwach reagierte.

Diese Versuchsperson F fühlte beim Einreiben der Bürstenhaare von *Das. pudibunda* den üblichen prickelnden Schmerz. Nach ein bis zwei Minuten trat Rötung (Erythem) ein, und nach rund fünf Minuten begannen sich viele kleine Quaddeln zu bilden, die mit mäßig starkem Juckreiz verbunden waren und schon 15 bis 20 Minuten nach Versuchsbeginn wieder verschwanden. Die Rötung der Einreibestelle blieb unverändert bis zum vierten Tage erhalten. Dann zeigten sich einige kleine Papeln und zwischen diesen eine nur die mittlere Partie umfassende, stark fleckige, dunkelrote (bis lila-rote) Verfärbung der Haut. Dasselbe Aussehen hatte die behandelte Hautstelle noch volle 11 Wochen nach dem Einreiben. Während dieser 11 Wochen trat immer erneut wieder für eine kurze oder etwas längere Zeitdauer — und zwar in der Regel einmal, manchmal aber auch zweimal oder dreimal am Tage — ein mäßig starker Juckreiz auf, und wenn dieser da war, dann waren jedesmal erneut auch wieder das Erythem und — neben und zwischen den Papeln — die kleinen Quaddeln zu beobachten. Die Papeln verschwanden erst in der neunten Woche, und die fleckige Verfärbung, die wiederum vom dunklen, etwas ins Violette spielenden Rot allmählich zu Grünlichgelb und dann zu Hellbraun wechselte, war noch nach fast 7 Monaten deutlich zu erkennen. Eine stärkere Abschilferung der Epidermis wurde in diesem Falle nicht beobachtet.

Der Versuch, eine Sensibilisierung durch mehrfach wiederholtes, gleichzeitiges aber örtlich getrenntes Einreiben der beiden verschiedenen Haartypen zu erreichen, wurde an drei Versuchspersonen — H., M. und mir — durchgeführt. Jedesmal die gleichen Hautstellen wurden in Abständen von 1 bis 2 (in Ausnahmefällen 3, 5 und 8) Tagen zehnmal eingerieben. Das Ergebnis war negativ. Die mehr-

⁵ Über 300 000 Bettwanzenstiche innerhalb von 7 Jahren.

fach behandelten Stellen ließen im Vergleich zu den nur einmal eingeriebenen (bei anderen Versuchspersonen) — abgesehen von einer viel stärkeren Schuppenbildung — nicht eine verstärkte oder sonstwie veränderte Reaktion erkennen.

An den verschiedenen Körperstellen zeigte sich meine Haut gegenüber den *Dasychira pudibunda*-Haaren verschieden empfindlich, und zwar beobachtete ich im großen und ganzen hier die gleichen Unterschiede wie bei den *Arctia caja*-Versuchen (vgl. oben). Erwähnenswert sind nur die folgenden Abweichungen: Auf das Einreiben der Schwanzhaare von *Das. pudibunda* reagierte in manchen Fällen auch die Haut an der Handoberseite und an der Streckseite der Arme. Auf die Bürstenhaare reagierte die Haut meines Gesichtes (Stirn, Wangen, Kinn und Nasenrücken) fast ebenso stark wie die Ellenbeuge. An den Interdigitalhäuten sowie an anderen Stellen meiner Hand gelang es in keinem Falle, mit den Bürstenhaaren eine Wirkung auszulösen.

Vergleicht man die hier beschriebenen Wirkungen der Raupenhaare von *Arctia caja* und *Dasychira pudibunda* mit denen der Afterwolle von *Euproctis chrysorrhoea*, so lassen sich folgende Unterschiede feststellen: Die erstgenannten zeigen

1. einen stärker ausgeprägten und andersgearteten Einreibeschmerz,
2. weniger Verschiedenheit in der Anfälligkeit der einzelnen Versuchspersonen,
3. eine längere Dauer der Wirkung,
4. eine geringere Größe der Quaddeln,
5. das häufigere Auftreten dunkelroter bis violettroter und dann zu Braun übergehender Verfärbung der betroffenen Hautpartien (Bluterguß?),
6. Ausbleiben der Sensibilisierung nach wiederholter Behandlung,
7. stärkere Schuppenbildung beim Abklingen der Effloreszenzen.

Alle Haare der *A. caja*-Raupe und die Schwanzhaare von *Das. pudibunda*-Raupen haben in ihrer Wirkung auf die menschliche Haut eine große Ähnlichkeit mit (sterilisierter) Glaswolle.

Die Bürstenhaare der *Das. pudibunda*-Raupe gleichen den Spiegelhaaren mancher Schmetterlingsraupen z. B. denen der *Thaumatopoea*-Arten in ihrer Form weitgehend, nicht aber in der Größe — sie sind weit länger und dicker als diese. In ihrer Wirkung auf die menschliche Haut zeigen sie mehr Übereinstimmung mit den Stichen blutsaugender Gliedertiere, als es die Schwanzhaare dieser Art und die Haare der *Arctia caja*-Raupe tun.

Die Diskussion der noch offenen Frage, ob die Raupenhaar-Wirkung toxischer oder mechanischer Art ist, soll erst wieder aufgenommen werden, wenn die Ergebnisse der in Angriff genommenen Versuche mit weiteren Raupenarten vorliegen.

BUCHERSCHAU

Starck, D., Embryologie. Ein Lehrbuch auf allgemein biologischer Grundlage. XX, 688 S., 502 Abb. (Georg Thieme Verlag), Stuttgart, 1955. — Preis: Ganzl. DM 78,—.

Das vorliegende außerordentliche Werk wird dem echten Verlangen nach einer neuzeitlichen Ansprüchen genügenden Darstellung des Ontogeneseproblems in hervorragender Weise gerecht. Nachdem durch Anwendung rein morphologischer Methoden für die Lösung der vielschichtigen und weitverzweigten Probleme in der Embryologie kaum noch wesentliche Fortschritte zu erwarten sind, wurden während der letzten Jahre in steigendem Maße auch andere biologische Forschungsrichtungen, wie Entwicklungspsychologie, Genetik (einschließlich Erbpathologie), Teratologie u. a. herangezogen, um die Morphogenese in ihrem dynamischen Ablauf dem menschlichen Verstehen näher zu bringen. So werden hier die bedeutenden Erkenntnisse, welche die Embryologie in jüngster Zeit auf diesem Wege gewonnen hat, umfassend in einer allgemeinen biologischen Schau dargestellt. Ihren Reichtum an gebotenem Material und der sich daran anknüpfenden Gedanken hier in Kürze anzudeuten, ist unmöglich. Es kann nur darauf hingewiesen werden, daß wohl alle wesentlichen Fragen, die in der reichhaltigen Literatur erörtert sind, hier ihren Niederschlag und in dem glänzend disponierten Aufbau des Werkes ihren Ort finden. Der erste Teil des Buches vermittelt eine Überschau unseres Wissens über die Keimzellen und ihre Bildung, die ersten Furchungsstadien, die Entwicklung der Organanlagen und schließlich die Primitiventwicklung bei verschiedenen Säugern einschließlich des Menschen sowie die Beziehungen zwischen Keim und mütterlichem Organismus. Im zweiten Teil gelangt die Entwicklung der einzelnen Organsysteme zur Darstellung. Überall gelingt es dem Verfasser, die anatomischen Gegebenheiten mit den Ergebnissen der Entwicklungsphysiologie und experimentellen Embryologie zu verknüpfen. Die groß angelegte Materialdarstellung führt schließlich auch zu stammesgeschichtlichen Fragestellungen. Weil hier mehr Frage- als Ausrufezeichen gesetzt sind, empfiehlt sich das Buch um so mehr als Einführung und als Lehrbuch. Die große Zahl von Kreuzverweisen erleichtern darüber hinaus dem Neuling das Eindringen in ein noch unbekanntes Wissensgebäude und geben dem Buch gleichzeitig den Charakter eines Nachschlagewerkes. Sein Wert wird noch durch eine reichhaltige, teils mehrfarbige Bebilderung unterstrichen. Außerdem bereichern etliche Schemata und tabellarische Übersichten den Text. Schließlich darf ein 46 Seiten umfassendes Literaturverzeichnis in Kleindruck nicht unerwähnt bleiben. Die drucktechnische Ausstattung des Werkes ist vorzüglich und über alles Lob erhaben. Wir wünschen dem wertvollen Lehrbuch eine möglichst weite Verbreitung und diese nicht nur zu Lehr- und Forschungszwecken.

K. Becker.

Seeliger, H., „Listeriose“. Mit einem Geleitwort von H. Eyer. Heft 8 der Beitr. z. Hygiene und Epidemiologie. 152 S., 27 Abb. (Verlag J. A. Barth), Leipzig 1955. — Preis: brosch. 11,60 DM.

Die Kenntnis der Listeriose beim Menschen ist noch nicht sehr alt. Der Verfasser geht auf die Geschichte der Listerioserforschung ein und stellt fest, daß 1951 erstmalig in Deutschland eine Listeriose am Bonner Hygiene-Institut diagnostiziert werden konnte. Die in den letzten Jahren beobachtete Zunahme der Listeriosefälle in Deutschland ist sicher nicht echt, sondern auf die Schwierigkeiten einer Diagnostik zurückzuführen. Sorgfältig wird die Klinik der einzelnen Verlaufsformen der humanen Listeriose beschrieben. Der Verfasser geht sowohl auf die pathologische Anatomie wie auf die Prophylaxe und Therapie der Listeriose ein und berücksichtigt die Epidemiologie dieser Erkrankungen. Ausführlich wird die bakteriologische und serologische Diagnostik dargestellt. — Die Listeriose beim Tier ist gesondert bearbeitet worden. Hier werden auch die möglichen veterinärpolizeilichen Maßnahmen besprochen. Zusammenfassend kann man sagen, daß die vorliegende Monographie, deren klarer und übersichtlicher Aufbau hervorgehoben zu werden verdient, sowohl vom speziell Interessierten (ausgezeichnetes großes Schrifttumsverzeichnis), als auch von demjenigen, der eine Orientierung in diesem doch noch neuen Forschungsgebiet sucht, mit Gewinn gelesen werden wird.

Sattelmacher, Berlin.

Wurbach, H., Steuerung von Wachstum und Formbildung. Forschungsberichte des Wirtschafts- und Verkehrsministeriums Nordrhein-Westfalen. Nr. 144. 32 S. (Westdeutscher Verlag), Köln und Opladen, 1955. — Preis: DM 10,30.

Die vorliegende Darstellung bietet einen gedrängten Rechenschaftsbericht über die Tätigkeit des Zoologischen Instituts der Universität Bonn auf dem Gebiet der Wachstumsforschung. Als Untersuchungsobjekte dienten vornehmlich Kaninchen, Hühner und Froschlarven. Mit Hilfe histologischer Methoden sowie experimenteller Eingriffe in den Hormon- und Vitaminhaushalt des sich entwickelnden Organismus wurden Einblicke in das normale und gestörte Wachstumsgeschehen gewonnen, welche uns dem Verständnis für Wachstumsanomalien bei Kindern und Jungtieren näher bringen. Der Züchtungsbiologe wird manchen wertvollen Hinweis für seine eigenen Arbeiten dieser Schrift entnehmen können.

K. Becker.

Illies, J., Die Tierwelt Deutschlands. 43. Teil: Steinfliegen oder Plecoptera. 150 S., 156 Abb. (Gustav Fischer Verlag), Jena, 1955. — Preis: brosch. DM 14,50.

Mit Dankbarkeit begrüßt man jede neue Lieferung der Dahl'schen „Tierwelt Deutschlands“, setzt ihre Fertigstellung doch zunächst die Auffindung eines der heute dünn gesäten, vielleicht im Aussterben begriffenen Spezialisten voraus. Wenn, wie in der vorliegenden Bearbeitung von J. Illies, damit nunmehr eine ganze Insektenordnung, deren Vertreter zudem erhebliche fischereiliche Bedeutung haben, der leichteren Bestimmbarkeit zugänglich wird, so ist das besonders erfreulich. Außerdem hat sich auch bei dieser Tiergruppe in den letzten Jahrzehnten eine oft vom Herkömmlichen abweichende systematische Auffassung angebahnt, die die bisherigen Bearbeitungen veraltet erscheinen läßt.

Die einleitenden Kapitel des Buches enthalten als „Allgemeinen Teil“ neben Angaben über Körperbau sowie Sammlungs- und Untersuchungstechnik höchst aufschlußreiche Ausführungen über Lebensweise und Vorkommen der Steinfliegen. Es folgen nach bewährtem Muster Tabellen zur Bestimmung der 106 aufgeführten deutschen Arten sowie der bisher bekannten Larven. Durch beschreibenden Text und instruktive zahlreiche Abbildungen

wird die oft schwierige Determination nahe verwandter und einander sehr ähnlicher Arten erleichtert.

Der Verfasser hat uns ein Buch beschert, das zweifellos, wie von ihm gewünscht, der Plecopterenforschung unserer Heimat neuen Auftrieb geben wird.

An Herausgeber und Verlag ergeht die Bitte um möglichst raschen Abschluß des Gesamtwerkes. Teil I erschien 1925, also vor 30 Jahren!

E. Kirchberg.

Strenzke, K., Collembola, in: Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. Lieferung 36, Teil 11 f₂. 52 S., 20 Abb. (Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.G.), Leipzig, 1955. — Preis: brosch. DM 5,80.

Die „Tierwelt der Nord- und Ostsee“, begründet von G. Grime und E. Wagler, herausgegeben von A. Remane, Kiel, ist mit dem vorliegenden Heft der Komplettierung wieder einen Schritt näher gerückt. Die von K. Strenzke, dem erfahrenen Kenner dieser Tiergruppe, bearbeitete Lieferung XXXVI enthält die an den Nord- und Ostseeküsten vorkommenden thalassobionten und thalassophilen Collembolen. Gemäß dem Anlageplan des Gesamtwerkes wird in einleitenden Kapiteln eine kurze Charakteristik dieser primär flügellosen Insekten gegeben, ferner werden Methoden zu ihrer Untersuchung genannt. Es folgen Abschnitte über Morphologie, Fortpflanzung und Entwicklung, Bionomie, Ökologie und regionale Verbreitung. Den Hauptteil nimmt ein den neuesten Gesichtspunkten entsprechendes systematisches Verzeichnis der mehr oder weniger stark an den Meeresstrand gebundenen Collembolen mit taxonomischen, autökologischen und geographischen Angaben ein. Wie die anderen bisher erschienenen Lieferungen wird auch diese dem Studierenden, aber ebenso dem Fachwissenschaftler aus dem Binnenland eine rasche und zuverlässige Orientierung über die spezifische Tierwelt der Seeküsten ermöglichen. — Ein Verzeichnis der bisher erschienenen Lieferungen des Gesamtwerkes — etwa auf dem Schutzumschlag — wäre wünschenswert.

E. Kirchberg.

Bechyně, J. und B., Welcher Käfer ist das? 133 S. mit 266 Schwarzweiß- u. 48 farb. Abb. (Franckh'sche Verlagshandlung), Stuttgart, 1954. — Preis: DM 5,80, Ganzl. DM 7,50.

In der bewährten Reihe der Neuen Kosmos-Naturführer liegt nunmehr auch ein Bestimmungsbuch für einheimische Käfer vor. Von den weit über 6000 Käferarten, die in Mitteleuropa leben, sind diejenigen etwa 300 bis 400 Arten ausgewählt, die dem Naturliebhaber gemeinhin am häufigsten begegnen. Diese kennen und richtig bestimmen zu lernen, ist mit Hilfe der gegebenen Bestimmungstabellen durchaus möglich. Sie verfahren nach einer vereinfachten dichotomischen Methode, wobei weitgehend auf die zahlreichen und schönen, stark vergrößerten Schwarzweiß-Zeichnungen verwiesen werden kann. Bei den Farbtafeln hingegen gelang es nicht immer, die Farbtöne völlig naturgetreu zu treffen. — Den Tabellen vorangestellt sind im einleitenden allgemeinen Teil gut geschriebene Kapitel über Bau und Entwicklung der Käfer, über Lebensweise und Verbreitung, Systematik, Fundorte. Auch über geschützte Käfer, Sammelgeräte und das Anlegen einer Sammlung wird alles Notwendige berichtet. Die verwendeten Abkürzungen, Fachausdrücke und wissenschaftlichen Bezeichnungen werden auf einem eingelegten Lesezeichen wiederholt. Zusammenstellungen über die wichtigste Käferliteratur und über die gebrachten wissenschaftlichen und deutschen Käfernamen vervollständigen das Bändchen. Es vermittelt dem Käferfreund

eine sachlich einwandfreie Einführung, die auch neuere systematische Erkenntnisse berücksichtigt, und regt ihn sicherlich zu einem weiteren Studium der Coleopterologie an.

E. Döhring.

Heinroth, O., Aus dem Leben der Vögel. 2. Auflage. Durchgesehen und ergänzt von Katharina Heinroth. Verständliche Wissenschaft, Bd. 34, 91 Abb., 156 S. (Springer-Verlag), Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1955. — Preis: Ganzl. DM 7,80.

Oskar Heinroth, einer der Großen im Reiche der Vogelforschung, hatte als Tiergärtner genügend Gelegenheit, von den Besuchern des Zoologischen Gartens und sonstigen Freunden der gefiederten Welt falsche Meinungen und Ansichten über das Leben der Vögel zu hören, meist resultierend aus Verallgemeinerungen und Vermenschlichungen. Er schrieb deshalb im Rahmen der Schriftenreihe „Verständliche Wissenschaft“ das vorliegende Buch, in dem er in glänzender Darstellung und vergleichender Behandlungsweise Irrtümer beseitigt, oft gestellte Fragen beantwortet und selbst für den Fachmann überraschende Zusammenhänge aufdeckt. Katharina Heinroth, die Gattin des 1945 Verstorbenen, hat dankenswerterweise die inzwischen notwendig gewordene 2. Auflage besorgt und mit behutsamer Hand die neuesten Erkenntnisse eingefügt, so daß ein „echter Heinroth“ bestehen geblieben ist. Aus der Vielzahl der Problemstellungen seien u. a. genannt: „Vom Vogelneest“, „Die Brut“, „Kennt der Vogel seine Eier?“, „Erkennt der Vogel seine Jungen?“, „Hängt die Brutdauer von der Größe des Vogels ab?“, „Paarbildung und Ehe“, „Der Federwechsel (die Mauser)“, „Ernährungsweise der Vögel“, „Die Sinneswerkzeuge der Vögel“, „Bewegungsweisen“, „Die geistigen Fähigkeiten“, „Wie findet sich ein Vogel zurecht?“. Dem vorzüglich ausgestatteten und reich bebilderten Buch wünschen wir eine weite Verbreitung in Kreisen von Fachleuten und Liebhaberornithologen. Darüber hinaus gehört es vor allem in die Hände von naturwissenschaftlich interessierten Menschen aller Bevölkerungskreise, um falsche, aber fest eingewurzelte Meinungen zu beseitigen und gediegenes, hieb- und stichfestes Wissen zu verbreiten.

E. Kirchberg.

Jaeckel, S., Das Tierreich VI. Sammlung Göschen, Bd. 441. 100 S., 46 Abb. (Verlag Walter de Gruyter & Co.), Berlin 1955. — Preis: geh. DM 2,40.

Im Rahmen der Sammlung Göschen liegt als Band VI des von Professor H. von Lengerken redigierten „Tierreiches“ die Bearbeitung der Tierstämme 14—17 vor. Es handelt sich hierbei meist um Meeresbewohner von z. T. hohem erdgeschichtlichen Alter. Besprochen werden im einzelnen die Echinoderen (Seelilien, -gurken, -sterne, -igel und Schlangensterne), die Tentaculaten (Hufeisenwürmer, Bryozoen und Brachiopoden), die Enteropneusten (Eichelwürmer, Flügelkiemer und Bartträger) sowie die Chaethognathen (Pfeilwürmer). Das Heft gibt, unterstützt von zahlreichen Abbildungen, einen guten Überblick über Organisation, Verbreitung, Einteilung und Lebenserscheinungen dieser z. T. dürftig bekannten, oft vernachlässigten und mehr oder weniger artenarmen Tiergruppen. Das anschließende Schriftenverzeichnis vermittelt die zum Weiterstudium benötigte Literatur.

E. Kirchberg.

Jagd und Hege in aller Welt (herausgegeben vom Deutschen Jagdschutzverband), Format 23,5 × 28 cm, 440 S. mit 16 S. vierfarb., 32 S. zweifarb. und 80 S. schwarz-weiß-Abbild., sowie etwa 200 Strichzeichn. i. Text (Verlag Heinzwolf Kölzig), Düsseldorf 1955. — Preis: Ganzl. DM 57,—, Ganzleder mit Goldprägung und Geschenkkassette DM 97,—.

Das Buch berichtet in Wort und Bild ausführlich über die erste, nach dem Kriege in Deutschland durchgeführte Internationale Jagdausstellung (vorausgegangen waren dieser die Ausstellungen in Wien 1910 und in Berlin 1937). Aber es ist weit mehr als ein Dokumentarwerk; denn es enthält in reichhaltiger Fülle Beiträge aus der Feder bester Fachkenner (Praktiker und Wissenschaftler). Erwähnt seien die Aufsätze über die Jagdverhältnisse in 21 außerdeutschen Ländern (unter ihnen auch Argentinien, Japan und die verschiedenen afrikanischen Länder); dann solche über die einzelnen Wild- und Raubwildarten mit genauen Angaben über Biologie, Umweltsansprüche, derzeitige Häufigkeit und Verbreitung, Parasiten usw.; ferner über Themen wie Jagdwissenschaft, Wildbestätigungskunde, Jagdhundwesen, Falknerei, Wildseuchen, Geschichte des Jagdwesens, Jagd in der Kunst, Wildphotographie, Natur und Vogelschutz, Wildschadenverhütung und vieles andere mehr. Erstmals sind genaue Angaben über die internationalen Prämierungen von Jagdtrophäen durch Errechnung der Bewertungspunkte in Zahlentafeln gebracht. Das großzügige und schön ausgestattete Werk wird sicherlich allen, die es besitzen werden, nicht nur den Jagdausführenden, sondern allen anderen Naturfreunden, Genuß und Belehrung zugleich bringen.

H. Kemper.

Schräpel, Johannes, So lernt der Wellensittich sprechen. 54 S., 13 Abb. (Nordwestdeutsche Verlagsanstalt), Hannover 1956. — Preis: DM 5,40.

Verfasser gibt aus eigener jahrzehntelanger Erfahrung heraus praktische Ratschläge für die Aufzucht, Züchtung und Abrichtung von Wellensittichen. Seine im leichten Plauderton gehaltenen Ausführungen sind sicher nicht nur für den Liebhaber von Stubenvögeln, sondern auch für den Tierpsychologen von Interesse.

H. Kemper.

Hennig, Edwin, Gewesene Welten. Auf Saurierjagd im ostafrikanischen Busch. 143 S. 16 Kunstdrucktafeln, 2 Kartenskizzen und 1 Zeittafel der geologischen Perioden (Albert Müller Verlag A.G.), Rüschikon bei Zürich, 1955. — Preis: Ganzl. DM 15,80.

Der Verfasser ist als Geologe und Paläontologe international bekannt, vor allem durch seine beiden sehr erfolgreichen Expeditionen (1909—1911 und 1934—1935) im Gebiet des ehemaligen Deutschostafrika. Ihm verdankt die Wissenschaft neben dem riesigen Brachiosaurus des Berliner Museums, eine große Anzahl anderer paläontologischer Kostbarkeiten. Das vorliegende Buch weist ihn aus als einen geschickten, oft humorvollen, immer warmherzigen und begeisterungserregenden Erzähler. Es berichtet über die Abenteuer und Schwierigkeiten der Reisen, der Grabungen und der Bergungen, über Landschaft und Eingeborene und vor allem auch über die rezenten Tiere des Gebietes und ihre Lebensgewohnheiten. Es gewährt tiefe Einblicke in die beiden „gewesenen Welten“, die der Saurier vor etwa 200 Millionen Jahren und die des unberührten Afrikas, die jetzt zu Ende geht. Es ist, wie mir scheint, in ganz besonderem Maße geeignet als ein Geschenk an die naturwissenschaftlich interessierte Jugend.

H. Kemper.

Müller, P., DDT. Das Insektizid Dichlordiphenyltrichloräthan und seine Bedeutung. Vol. I. 300 S., 53 Abb. (Verlag Birkhäuser), Basel und Stuttgart, 1955. — Preis: Ganzl. sfrs. 37,50.

Die über DDT geschriebenen Arbeiten sind in rd. 15 Jahren schier unüberschaubar geworden. Es ist daher überaus verdienstvoll, wenn der Entdecker der insektiziden Eigenschaften dieses Wirkstoffes es unternimmt, eine zusammenfassende Darstellung über DDT herauszugeben.

Drei Bände sind hierfür vorgesehen. Der vorliegende erste Band bringt von P. Müller, Basel, die kurz gehaltene Entdeckungsgeschichte und eine wertvolle und gründliche Beschreibung der Physik und Chemie dieses Insektizids. Wichtig für die Praxis sind z. B. Tabellen über die Löslichkeit von DDT in mehr als 60 organischen Lösungsmitteln bei mehreren Temperaturstufen, Hinweise auf die zahlreichen Nachweis- und Bestimmungsmethoden, Betrachtungen über die Stabilität des DDT bei Einfluß von Wärme, Licht und Katalysatoren und viele Seiten einnehmende Zusammenstellungen über die Zusammenhänge zwischen Konstitution und Wirkung beim DDT-Molekül und seinen zahlreichen Derivaten. — Das nächste Kapitel, in englischer Sprache geschrieben von V. B. Wigglesworth, Cambridge, dem bekannten Insektenphysiologen, behandelt die Wirkungsweise des DDT, sein Eindringen in den Insektenkörper, die Einwirkung auf die motorischen und sensiblen Nervenfasern und den Abbau zu ungiftigen Produkten in resistenten Stämmen. Die folgenden Abschnitte befassen sich mit der Anwendung des Insektizids. E. Bernfus, Wien, bringt einen Erfahrungsbericht über die Verwendung von DDT im Vorratsschutz. Hiernach wurden DDT-haltige Stäube in Österreich in größerem Maße bei der behelfsmäßigen Lagerung von verkäfertem Brotgetreide und auch von Braugerste unter Einhaltung genauer Lagerkontrollen erprobt. O. Wälchli, St. Gallen, beschreibt die Anwendung von DDT im Textilschutz. Er bringt die Biologie und Physiologie der Wollschädlinge, nennt die Prüfungsmethoden auf Motten- und Käfererchtheit und beschreibt die Beständigkeit einer DDT-Schutzbehandlung und ihre Wirkungsgrenzen. Den Abschluß des ersten Bandes bildet das von V. Butovitsch, Stockholm, verfaßte umfangreiche Kapitel über die Anwendung von DDT in der Forstwirtschaft. Er stellt darin die auf der ganzen Erde gemachten Erfahrungen über die mit DDT-Präparaten erfolgte Bekämpfung der einzelnen Forstschädlinge zusammen, beschreibt die Applikationsmethoden und geht auf die Einwirkung von DDT auf die Fauna und die Biocönose des Waldes ein.

Einem jeden Kapitel ist ein umfangreiches Literaturverzeichnis angefügt. Gute Abbildungen erhöhen den Wert des Buches, und viele Tabellen vermitteln in gedrängter Form eine Fülle von Tatsachen. Die beiden späteren Bände sollen die Pharmakologie und Toxikologie des DDT sowie seine Anwendung in der Hygiene und im Pflanzenschutz behandeln. Dem Herausgeber, seinen Mitarbeitern und dem Verlag ist für diese groß angelegte monographische Darstellung des bekanntesten neuzeitlichen Insektizids zu danken. Bei der Fülle des Gebotenen werden Fachwissenschaftler, Mittelhersteller und Schädlingsbekämpfer Gewinn daraus schöpfen. E. Döhring.

Schnakenbeck, W., Pisces. Helmcke-Lengerken, Handbuch der Zoologie, Band 6, 1. Hälfte. 7. Lieferung, 657—752, 1955. DM 36,—; 8. Lieferung, 753 bis 824, 1955. DM 27,— (Verlag Walter de Gruyter & Co.), Berlin 1955*.

Als Sondergebilde der Haut werden die Leuchtorgane in ihrem so verschiedenenartigen Bau und ihrer Wirksamkeit geschildert, wobei der Verfasser auch auf die recht mannigfaltigen Auslegungen ihrer Bedeutung eingeht. Es folgt dann die Darstellung des inneren Körperbaues. Ausführlich wird das Skelett behandelt, die Wirbelsäule, das Kopfskelett und die Skelette der verschiedenen Flossen. Das Kapitel Muskulatur, einschließlich der von ihr abgeleiteten elektrischen Organe, nimmt naturgemäß nur geringen Raum

* Die Besprechung der 6. Lieferung erfolgte im Jahrgg. 55, S. 521, dieser Zeitschrift.

ein. Im Zusammenhang mit der Beschreibung des Verdauungstrakts und aller beteiligten Organe wird die Ernährungsweise in ihren Abwandlungen dargestellt. Es folgen die Darstellungen des Atmungsmechanismus und der Physiologie der Atmung, des Baues der Schwimmblase und ihrer verschiedenen Funktionen, der Gefäßsysteme und des Exkretionsorganes. Unter Bezugnahme auf die bisher geschilderten Körperverhältnisse werden dann die verschiedenen Bewegungsarten beschrieben und analysiert. L e n z.

Wettstein, O. v., Sauropsida: Allgemeines — Reptilia. Kükenthal-Krumbach, Handbuch der Zoologie, 7. Band, 1. Hälfte, 4. Lieferung, 104 S. (Verl. Walter de Gruyter), Berlin 1954.

Mit der vorliegenden Lieferung des bewährten Handbuches wird die Behandlung der Crocodilia abgeschlossen. Es werden die Sinnesorgane, die Organe der Ernährung und Fortpflanzung sowie diejenigen des Kreislaufes unter steter Betonung ontogenetischer und vergleichend anatomischer Beziehungen zu den Nachbargruppen betrachtet. Es folgen Kapitel über embryonale und nachembryonale Entwicklung, individuelle und geographische Variabilität, pathologische Erscheinungen und Parasiten, Physiologie und psychisches Verhalten sowie Oekologie und der Klassifikation. Hier werden auch palaeontologische Fragen erörtert, soweit sie nicht schon in früheren Abschnitten Erwähnung fanden. K. Becker.

Koch, W., u. Heim, G., Die Haltung und Zucht von Versuchstieren. 108 S., 46 Abb., 9 Tab. (Ferd. Enke Verlag), Stuttgart 1955. — Preis: Kart. DM 15,—.

Die vorliegende Zusammenstellung ist als „Anleitung für Laboratorien“ gedacht. Nach einer kurzen Einführung in die zur Haltung und Pflege von Versuchstieren zu beachtenden Grundsätze, werden die gebräuchlichsten Objekte (22 Arten) selbst nach einem einheitlichen Schema abgehandelt. Hauptthemen sind: Haltung — Zucht — Käfige — Fütterung — Krankheiten — Umgang mit den Tieren — kleinere Operationen und sonstige Eingriffe. Besonders die knappe Schilderung der hauptsächlichsten Krankheiten und ihre Verhütung sowie die Ratschläge für das Hantieren im Umgang mit den Versuchstieren stellen äußerst nützliche Kapitel dar, die in dem sonstigen Schrifttum in dieser Übersichtlichkeit nicht geboten wird. Auszüge aus den „Gesetzen und Vorschriften über die Haltung von Versuchstieren“ sowie ein Anhang mit „Tabellen über biologische Daten der Versuchstiere“ vervollständigen das kleine Kompendium vorteilhaft. Jedem Kapitel ist eine knappe Auswahl wichtiger Literatur angefügt. — Ref. hätte sich gewünscht, daß statt der hierzulande wenig gehaltenen Baumwollratten, Weißfußmäuse, Rennmäuse und Opposum lieber die heimischen Wildnager, wie Wander- und Hausratte, Feldmaus ect. in dem Büchlein Aufnahme gefunden hätten, zumal diese schon längere Zeit in vielen Laboratorien gehalten werden und genügend Erfahrungen vorliegen, um verbindliche Ratschläge für ihre Haltung und Zucht geben zu können. Zur wissenschaftlichen Namengebung der Tiere wäre zu berichtigen, daß die weiße Laboratoriumsratte nicht von der Hausratte abstammt, sondern von unserer gewöhnlichen Wanderratte und demzufolge *Rattus norvegicus domesticus* heißt. Der Zusatz „*domesticus*“ sollte allgemein bei solchen Tieren eingeführt werden, die schon längere Zeit im Hausstande leben und rein gezüchtet werden (z. B. Hauskaninchen, weiße Hausmaus, Goldhamster ect.). — Als erste Einführung in den Umgang mit Versuchstieren wird das Buch zweifellos viele Freunde gewinnen. K. Becker.

Besprechung vorbehalten

- Blunck, H., Fortschritte im Wissen vom Wesen und Wirken der Viruskrankheiten. 66 S. mit 41 Abb. (Verlag Eugen Ulmer), Ludwigsburg/Württ., 1955. — Preis: DM 5,80.
- Blasche, P., Raupenkalender für das mitteleuropäische Faunengebiet. Nach den Futterpflanzen geordnet. 149 S. (Verlag Alfred Kernen), Stuttgart, 1955. — Preis: DM 8,75.
- Scharrer, K., Biochemie der Spurenelemente. 3., vollst. Neubearb. Aufl., VIII, 404 S., 8 farb. Taf. (Verlag Paul Parey), Berlin und Hamburg, 1955. — Preis: geb. DM 39,60.
- Kuppe, K. O., Der Blutegel in der ärztlichen Praxis. Mit einem biologischen Teil von Dr. Wilhelm Staack. 72 S. (Hippokrates-Verlag), Stuttgart, 1955. — Preis: br. DM 5,60.
- Schermer, S., Die Blutmorphologie der Laboratoriumstiere. 159 S. (Johann Ambrosius Barth), Leipzig, 1954. — Preis: DM 28,80.
- Hediger, H., Studies of the psychology and behaviour of captive animals in zoos and circuses. 166 S. (Butterworths Scientific Publications) London, 1955. — Preis: 30 s.
- Colbert, E. H., Evolution of the vertebrates. A history of the backboneed animals through times. 479 S. (John Wiley & Sons, Inc.) New York; (Chapman & Hall Ltd.) London. 1955. — Preis: 72 s.
- Hull, T. G., Diseases transmitted from animals to man. 41th Revised Enlarged Edit. 717 S. (Charles C. Thomas) Springfield III; (Blackwell Scientific Publications) Oxford, 1955. — Preis: 90 s.
- Sheehy, E. J., Animal nutrition. 372 S. (Macmillan & Co) London; (St. Martin's Press, New York), 1955. — Preis: 30 s.
- Cole, W. H., Some physiological aspects and consequences of parasitism. 90 S. (Rutgers University Press) New Brunswick, N. J., 1955. — Preis: \$ 2,00.
- Fulton, J. F., A textbook of physiology. 17th Edit., 1275 S. (W. B. Saunders Co) Philadelphia (& London), 1955. — Preis: 94 s 6 d.
- Hammond, J., Progress in the physiology of farm animals. Vol. II. 395 bis 740 S. (Butterworths Scientific Publications) London, 1955. — Preis: 45 s.
- Vietinghoff-Riesch, A. v., Die Rauchschwalbe. XVI, 302 S., (Verlag Duncker & Humblot) Berlin und München, 1955. — Preis: Leinen DM 24,—.
- Kühn, A., Grundriß der allgemeinen Zoologie. 11. verbesserte Aufl. VIII, 281 S., 223 Abb. (Georg Thieme Verlag), Stuttgart, 1955. — Preis: Ganzleinen DM 16,80.
- Schild, Ewald, Praktische Mikroskopie. 238 S., 122 Abb. (Verlag Wilh. Maudrich), Wien, 1955. — Preis: DM 24,—.
- Buxton, P. A., The Natural History of Tsetse Flies, 18, 816 S. With 47 Plates and 165 Text Figures. (H. K. Lewis & Co. Ltd.), London, 1955. — Preis: Pfund 4,4.
- Hallmann, L., Bakteriologie und Serologie. 2. völlig Neubearb. Aufl. XVI, 849 S., 237 teils mehrfarb. Abb. in 425 Einzeldarst. u. 1 farb. Tafel. (Georg Thieme Verlag), Stuttgart, 1955. — Preis: DM 58,50.
- Winkle, St., Mikrobiologische und serologische Diagnostik. Mit Berücksichtigung der Pathogenese und Epidemiologie, 2. vollst. Neubearb. Aufl.

- unter Mitarbeit v. Lis Moser, Ulrich-Arved Salchow u. Armin Kaffka. 320 S., 276 z. größten Teil farb. Abb. (Gustav Fischer Verlag), Stuttgart, 1955. — Preis: DM 78,—.
- Brandt, H. und Laubmann, M., Vorrats- und Materialschädlinge, 16 S., 8 Farbtafeln. (Obst- und Gartenbauverlag), München, 1955. — Preis: brosch. DM 2,80.
- Blase, R., Prüfungsfragen für Fleischbeschauer, 4., Neubearb. Aufl., 200 S. (Verlag M. & H. Schaper), Hannover, 1955. — Preis: Halbl. DM 16,—.
- Fernald, H. T. und Shepard, H. H., Applied Entomology. 5. Aufl., 385 S. (McGraw-Hill Book Company Inc.), New York, 1955. — Preis: \$ 7,—.
- Lees, A. D., The Physiology of Diapause in Arthropods. 151 S., 25 Textfig. (The University Press), Cambridge, 1955. — Preis: 12 s 6 d.
- Clausen, Lucy W., Insect Fact and Folklore. 194 S., 30 Textfig., 15 Vignetten (The Macmillan Company), New York, 1954. — Preis: 3,50 \$.
- Döring, Ewald, Zur Morphologie der Schmetterlingseier. 154 S., 61 Taf. (3 Farbtafeln). (Akademie-Verlag), Berlin, 1955. — Preis: DM 33,—.
- Peterson, A., A Manual of Entomological Techniques. 8. Aufl., 367 S., 162 Tafeln mit zahlreichen Abbildungen. (Verlag Edwards Brothers, Inc.). Ann Arbor Michigan, 1955. — Preis: Ganzl. DM 41,—.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Nagetiere und ihre Bekämpfung

- Anonym, Studie der Weltgesundheitsorganisation über Verrattung auf Seeschiffen. Desinfektion u. Gesundheitsw. 47, 1955, 165—166.
- Gluszewski, Erörterungen der gesetzlichen Bestimmungen bezüglich der Rattenbekämpfung in Schleswig-Holstein. Desinfektion u. Gesundheitswesen 47, 1955, 166—168.
- Schindler, U., Neue Wege in der Erdmausbekämpfung. Desinfektion u. Gesundheitswesen 47, 1955, 170.
- Briceno Iragorry, L. C. Ugueto u. V. Delgado, Las ratas como portadoras de Salmonelas. Gac. méd., Caracas, 63, 1955, 33—35.
- Briceno Iragorry, L. C. Ugueto u. V. Delgado, Hemoparasitos y Trichinas de las ratas salvajes en Caracas. Gac. méd., Caracas, 63, 1955, 37—38.
- Schöberl, A. u. G. Wichler, Thioharnstoff-Derivate als Rodentizide und ihr Nachweis bei Tierversicherungen. Angew. Chemie, 67, 1955, 417 bis 420.
- Fradois, Contribution à l'étude des antivitamines K employées comme raticides. Rev. Corps. san. mil., Paris, 11, 1955, 57—73.
- Kühn, W., Beitrag zum Wirkungsmechanismus des α -Naphthylthioharnstoffs. Arch. Exper. Vetmed., 9, 1955, 333—342.
- Mehl, S., Verfahren zur Rattentilgung. Biol. Bundesanst., Merkb. Nr. 12, 1955.
- Leyshou, V. N., The medical importance of rat. Med., Press., 1955, 161 bis 164.
- Mills, E. M., How anticoagulant rodenticides were developed. Pest Control 23, (9), 1955, 14—22.

- Cotchin, E. u. J. Caster, Warfarin poisoning in a dog. *Vet. Rec.*, 67, 1955, 753.
- Swoap, O. F., A colloborative study an the use of mice in acute toxicity testing. *J. Am. Pharm. Ass., Sc. Ed.*, 44, 1955, 11—16.
- Gutierrez Fernandez, J., Campana de desratizacion en la ciudad de Iquique mediante el empleo de warfarin (W. A. R. F. 42). *Rev. chilena hig.*, Santiago, 15, 1954, 43—46.
- Arriagada, D., Campana de desratizacion del puerto de Coquimbo; comunicacion preliminar. *Rev. chilena hig.*, Santiago, 15, 1954, 49—51.
- Kubin, O., Zur Frage der Tomorin-Vergiftung der Schweine. *Wiener tierärztliche Monatsschrift* 42, 1955, 304—311.
- Anonymous, Observations on the behaviour of the black rat (*Rattus rattus* L.). *Rat en Muis*, 2, 1955, 23—28 (holl.).
- Anonymous, Ratprofing and why? *Rat en Muis*, 2, 1955, 29—34 (holl.).
- Anonymous, And now a general campaign to eradicate the black rat. *Rat en Muis*, 2, 1955, 35—37 (holl.).
- Anonymous, A report on the black rat campaign in 1954. *Rat en Muis*, 2, 1955, 38—39 (holl.).
- Anonymous, How black rats can play havoc. *Rat en Muis*, 2, 1955, 39 (holl.).
- Telle, H. J., Beiträge zur Anwendung camarinhaltiger Präparate in der Nagetierbekämpfung. *Nachrichtenbl. f. d. Dtsch. Pflanzenschutzdienst*, Berlin, N. F. 9, 1955, 61—67 und 93—99.
- Gutsche, H. J., Versuche der Mäusebekämpfung. *Der Forst- und Holzwirt*, 10 (A), 1955, 115—117.
- Diekert, K. H., Versuch zur Erprobung von „Ohlsens Auslegerrohr für Giftweizen“. *Der Forst- und Holzwirt*, 10 (A), 1955, 115.
- Henschel, J., Untersuchungen über die von Haus- und Wanderratten verschleppte Streupulvermenge. *Anz. f. Schädlingskunde*, 28, 1955, 97 bis 101.
- Anders, H., Rattenbekämpfung auf Cumarin-Basis. *Der praktische Schädlingsbekämpfer*, 7, 1955, 85—86.
- Buell, N. E., Rodent control and grain sanitation. *Pest Control*, 23 (8), 1955.
- Oderkirk, G. C., E. M. Mills u. M. Caroline, Rat control on public dumps. *Pest Control*, 23 (8), 1955.
- Miller, R. S. u. P. H. Phillips, Effect of feeding fluoroacetate to the rat. *Proc. Soc. Exper. Biol. Med.*, 89, 1955, 411—413.
- Melis, R., Osservazioni su un nuovo preparato rodenticida della serie dei dicumarinici: la 3 (α -paraacetilaminofenil, β -acetiletil) 4-idrossicumarina. *L'Igiene Moderna*, 48, 1955, 119—131.
- Dyssegaard, A., Studies on myocarditis in *Salmonella* infections. *Nord. Vet. Med.*, 7, 1955, 667—684.
- Dyssegaard, A., Studies on synergism: Danysz myocarditis — Scilliroside intoxication. *Nord. Vet.-Med.*, 7, 1955, 685—697.
- Pauck, P., Bekämpfung von Wildkaninchen. *Die Umschau*, 56, 1956, 32.
- Thompson, H. V., The wild european rabbit and possible dangers of its introduction into the USA. *J. Wildl. Managm.*, 19, 1955, 8—13.
- Bentley, E. W., Y. Larthe u. A. Taylor, The effect of particle size on the toxicity of α -Naphthyl Thioirea (Antu) to albino rats. *J. Hyg.*, 53, 1955, 328—334.

- Bentley, E. W., Sewer rat populations and their control. *Advanc. Sci.*, 12, 1955, 111—113.
- Armour, C. J. u. H. V. Thompson, Spread of myxomatosis in the first outbreak in Great Britain. *Ann. Appl. Biol.*, 43, 1955, 511—518.
- Bentley, E. W., A. H. Bathard u. L. E. Hammond, Some observations on a rat population in a sewer. *Ann. Appl. Biol.* 43, 1955, 485—494.

K. Becker.

Weinbauschädlinge

- Niklowitz, W., Histologische Studien an Reblausgallen und Reblausabwehrreaktionen (*Viteus vulpinae* CB. auf *Vitis vinifera* und *Vitis riparia*). *Phytopathologische Zeitschrift* 24, 299—340, 1955.
- Stellwaag-Kittler, Über den Einfluß von Außenfaktoren auf den Reblausbefall. Morphologische Resistenzmerkmale der Rebe. *Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für angew. Entomologie* 13, 91—98, 1955.
- Mühlmann, H., Mauerbienen und Sackträgerauppen als Weinbergschädlinge. *Weinberg und Keller* 2, 15—18, 1955.
- Breider, H., Reblausresistenz und Rebenzüchtung. *Weinberg u. Keller* 2, 33—43, 1955.
- Götz, B., Die Engerlingsbekämpfung im Weinbau. *Weinberg u. Keller* 2, 69—73, 1955.
- Peyer, E., Fraßschäden an Rebstöcken im Frühjahr. *Schweiz. Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 64, 112—113, 1955.
- Hopp, H. H., Methode zur Aufzucht von Wurzelrebläusen an in Quarzsand gehaltenen Reben. *Die Weinwissenschaft* 9, Nr. 4, 1—3, 1955.
- Becker, H. u. Brückbauer, H., Untersuchungen zur Entseuchung von Topf- bzw. Kartonagepropfreen mit modernen Insektiziden. *Die Weinwissenschaft* 9, Nr. 1, 1—14, 1955.
- Jancke, O. u. Becker, H., Über die ovizide Wirkung verschiedener Insektengifte auf Reblauseier (*Viteus* [Phylloxera] *vitifolii* Shimer). *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten* 62, 61—67, 1955.
- Anders, F., Zytologische Untersuchungen an der Reblaus-Blattgalle. *Experientia* 11, 322—325, 1955.
- Hering, M., Was ist bei der Bekämpfung des Gefurchten Dickmaulrüsslers zu beachten? *Deutscher Weinbau-Kalender* 7, 52—54, 1956.
- Adlung, K. G., Neue Erfahrungen bei Erdräupen-Schäden. *Deutscher Weinbau-Kalender* 7, 50—51, 1956.
- Mühlmann, H., Milben und Milbenbekämpfung. *Deutscher Weinbau-Kalender* 6, 77—80, 1955.
- Götz, B., Wo und wie überdauern die Rebschädlinge den Winter? *Deutscher Weinbau-Kalender* 6, 80—82, 1955.
- Hering, M., Starke Vermehrung des Dickmaulrüsslers. *Der Deutsche Weinbau* 10, 403—404, 1955.
- Götz, B., Nährstoffmangel und Reblausbefall bei Amerikaner-Unterlagen. *Der Deutsche Weinbau* 10, 405, 1955.
- Siegel, O., Nährstoffmangel und Reblausbefall bei Amerikaner-Unterlagen. *Der Deutsche Weinbau* 10, 349—350, 1955.
- Wilhelm, A. F., Neue und ältere Mittel zur Rebschädlingsbekämpfung. *Der Deutsche Weinbau* 10, 204—206, 1955.
- Decker, K., Wo steht die Reblausbekämpfung heute? *Der Deutsche Weinbau* 10, 89—90, 1955.

Göt z, B., Die Unterlagen in unserem Weinbau und die Reblaus. Der Deutsche Weinbau 10, 64—66, 1955.

B. Göt z, Freiburg i. Br.

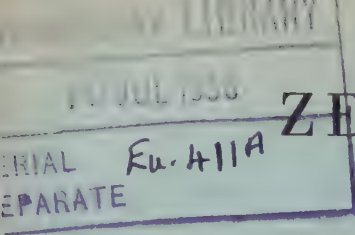
Ackerbauschädlinge

- Albrecht, F. O., La densité des populations et la croissance chez *Schistocerca gregaria* (Forsk.) et *Nomadacris septemfasciata* (Sew.); La mue d'ajustement. Journ. d'Agric. tropic. Bot. appl. Vol. 2, Nr. 3—4, 1955, 110—192.
- Beran, F., Auftreten und Bekämpfung des Kartoffelkäfers in Österreich im Jahre 1954. Pflanzenschutzberichte Wien, 14. H. 1/4, 1955, 34—41.
- Bigger, J. H. u. Blanchard, R. A., Ecology and Control of Soil Insects Attacking Corn in Illinois. Journ. Econ. Ent. 48. Nr. 3, 1955, 255—260.
- Butler, G., The Effect of Alfalfa Irrigation Treatments on the Two-Spotted Spider Mite in Alfalfa. Journ. Econ. Ent. 48. Nr. 2, 1955, 221—222.
- Daniels, N. E., Insects Affecting Alfalfa Seed Production. Journ. Econ. Ent. 48. Nr. 3, 1955, 339—340.
- Deen, O. T. and Cuthbert, F. P., The Distribution and Relative Abundance of Wireworms in Potato-Growing Areas of the Southeastern States. Journ. Econ. Ent. 48. No. 2, 1955, 191—193.
- Ehrenhardt, H., Weitere Untersuchungen zur Engerlingsbekämpfung mit chemischen Mitteln, Nachrichtenblatt deutscher Pflanzenschutzdienst (Braunschweig) 7, 177—183, 1955.
- Faber, W., Nematoden als Ursache der Kleemüdigkeit des Bodens, Pfl.arzt (Wien) 8, 104—106, 1955.
- Faber, W. and Kahl, E., Ergebnisse mehrjähriger Untersuchungen zur Frage der Geschmacksbeeinflussung von Insektiziden bei Kartoffeln. Pflanzenschutzberichte Wien, 14. H. 11/12, 1955, 161—180.
- Feucht, W., Der Wickler *Cnephasia wahlbomiana* L. (virgaureana Treitsch) ein Rübenschädling? Anz. Schädlingkunde 28, H. 7, 1955, 105.
- Franssen, C. J. H., De levenswijze en de bestrijding van de vroege akkerthrips (*Thrips angusticeps* Uzel) (engl. Z.fassung), T. Pl.ziekten 61, 97—102, 1955.
- Freitag, J. H., Frazier, N. W. and Huffaker, C. B., Crossbreeding Beet Leafhoppers from California and French Morocco. Journ. Econ. Ent. 48. No. 3, 1955, 341—342.
- Gersdorf, E., Maikäfer- und Engerlingsbekämpfung. Anz. Schädlingkunde 28, H. 6, 1955, 81—84.
- Gersdorf, E., Besteht zwischen dem Vorhandensein der Winterwirte virusübertragender Blattläuse und dem Auftreten der von ihnen übertragenen Viren eine Beziehung? Höfchen-Br. 1955/2, 86—98.
- Goffart, H., Nematodenforschung in den Vereinigten Staaten, Nachrichtenbl. dtsh. Pfl.schutzd. (Braunschweig) 7, 165—167, 1955.
- Härdtl, H., Die Ähnlichkeit der Larven von Lilienhähnchen und Kartoffelkäfer. Anz. Schädlingkunde 28, H. 7, 1955, 107.
- Hawkins, J. H., Preliminary Experiments in Corn Earworm Control. Journ. Econ. Ent. 48. No. 2, 1955, 199—201.
- Hey, A., Das Nematodenproblem in der Landwirtschaft, Nachrichtenbl. dtsh. Pfl.schutzd. (Berlin) N. F. 9, 169—176, 1955.
- Hollings, M., Aphid movement and virus spread in seed potato areas of England and Wales 1950—53, Plant Pathology 4, 73—82, 1955.

- Horber, E., Ökologische und statistische Untersuchungen an Populationen des Feldmaikäfers (*Melolontha vulgaris* F.) Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz 69. Jg., N. F. 4. Jg., H. 3, 1955, 197—210.
- Kelsey, J. M., Ragwort seed-fly establishment in New Zealand. New Zealand J. Science & Technolog. 36. No. 6, 1955, 605—607.
- Kinkel, H., Zur Biologie und Ökologie des getüpfelten Tausendfußes *Blattjulus guttulatus* Gerv. Z. angew. Ent. 37, 1955, 401—436.
- Kirchner, H. A.: Das Auftreten des Kartoffelnematoden, nach den Befallsmeldungen an einem Beispiel dargestellt. Nachrichtenbl. dtsh. Pfl.schutzd. (Berlin) N. F. 9, 182—184, 1955.
- Koula, V. und Durasová, Die Ergebnisse des zweijährigen Studiums der chlorierten Kohlenwasserstoffe, der organischen Phosphorverbindungen und der anorganischen Arsenverbindungen gegen Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*) (tschechisch, deutsche Zusammenfassung); Zoolgieké a entom. Listy, IV (XVIII), Císl 1, 35—38, 1955.
- Laan, P. A. van der, Bepaling van de vitaliteit van de Cysteininhoud van het aardappel-cystenaaltje (*Heterodera rostochiensis* Woll.) door fluorochromeren met acridine orange (engl. Zusammenfassung); T. Pl.ziekten 61, 69—75, 1955.
- Langenbuch, R., Untersuchungen über die Ursache der unterschiedlichen DDT-Empfindlichkeit der L₃- und L₄-Larven des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say); Z. Pfl.krankh. u. Pfl.schutz 62, 564—572, 1955.
- Lassack, H., Die Ausbreitung der Rübenkräuselkrankheit und ihres Vektors, der Rübenblattwanze, *Piesma quadrata* Fieb. (Heteropt. Piesmid.) in Niedersachsen; Z. angew. Ent. 38, 67—72, 1955.
- Lassack, H., Einige Beobachtungen über die Übertragung des Rübenkräuselvirus durch *Piesma quadrata* Fieb. Nachrichtenbl. dtsh. Pfl.schutzd. Braunschweig 7, 1955, Nr. 60—62.
- Lodos, Niyazi, Eurygaster integriceps Put. Sa Biologie et son Traitement en Turquie. Bitki Koruma Bülteni 1953, Sayı 5, 64—65.
- Losinski, J., Studies on Smale Fauna of Cultivated Fields. Part. I. Dynamics of the Apterygote Population. Ekologia Polska, I, 3, 1953, 73—103.
- Martini, Ch., Eine Protozoonose bei *Phyllotreta nemorum* L. (Coleopt. Halticinae); Z. Pfl.krankh. u. Pfl.schutz 62, 551—552, 1955.
- Mayer, K., Das Trichogramma-Problem. Nachrichtenbl. dtsh. Pflanzenschutzdienst Braunschweig 7, 1955, Nr. 8, 131—133.
- Milliron, H. E. and McCreary, O., The Alfalfa Weevil in Delaware 1953—54. Journ. Econ. Ent. 48. No. 3, 1955, 283—289.
- Moericke, V., Über die Lebensgewohnheiten der geflügelten Blattläuse (Aphidina) unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens beim Landen. Z. angew. Ent. 37, 1955, 29—91.
- Müller, H. J., Zur Frage der Bruchus-Resistenz von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.); Z. Pfl.krankh. u. Pflz.schutz 62, 598—602, 1955.
- Nessenius, Günther, Feldmaikäferbekämpfung 1954 auf der Schwäbischen Alb. Nachr.bl. dtsh. Pflz.schutzd. Braunschweig, 7. 1955 Nr. 4, 54 bis 59.
- Pfeifer, S., Experimentelle Untersuchungen und Freilandbeobachtungen zur Feststellung der Vertilgung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) durch mitteleuropäische Vogelarten. Z. angew. Ent. 37, 1955, 447—461.

- Pond, P. D., Insecticides against the Corn Earworm in New Brunswick. Journ. Econ. Ent. 48. 1955, Nr. 2, 198—199.
- Povolný, D., Zur Bionomie der Rübenmotte *Gnorimoschema ocellatellum* Boyd in der CSR (tschech., dtsh. Zusammenfssg.) Zoologické a entom. Listy IV (XVIII), Císlo 3, 281—288.
- Rademacher, B., Maßnahmen des Pflanzenarztes zum Schutze von Saatgut und Jungpflanzen. 6. Sonderheft z. Ztschr. Landw. Forschung, Stand u. Leistung agrikulturchemischer Forschung II. 1955, 18—27.
- Reynolds, H. T., Anderson, L. D., Deal, A. S., The Egyptian Alfalfa Weevil and its control in Southern California. Journ. Econ. Ent. 48. 1955, No. 3, 297—300.
- Schaerffenberg, B., Beobachtungen am Coloradokäfer (*Leptinotarsa decemlineata* Say.). Ztschr. Pflz.krankh. (Pflz.pathol.) und Pflz.schutz, Bd. 62, 1955, 67—75.
- Schnell, W., Synökologische Untersuchungen über Rüsselkäfer der Leguminosekulturen. Z. angew. Ent. 37. 1955, 192—237.
- Schrein, O., Das Auftreten wichtiger Schadensursachen an Kulturpflanzen in Österreich im Jahre 1954. Pflanzenschutz-Berichte Wien, 14. 1955, H. 1/4, 23—33.
- Schrein, O. und Kaltenbach, A., Weitere Beobachtungen über das Auftreten von Blattläusen an Rüben in Österreich. Pflanzenschutz-Berichte Wien, 14. 1955, H. 8/9, 119—134.
- Steinhaus, A. E., The effects of Disease on insect populations. Hilgardia 23. 1954, No. 9, 197—261.
- Underhill, G. W., Turner, E. L. & Henderson, R. G., Control of the Corn Root Curculio on Alfalfa with Notes on Life History and Habits. Journ. Econ. Ent. 48. 1955, No. 2, 184—187.
- Varma, B. K., Notes on *Cassida circumdata* Host., *Cassida indicota* Duv. and *Glyphocassis trilineata* Hope (Col.: Chrysom. Cass.) as Pests of sweet potato (*Ipomoea Batatas*) at Kanpur. Ind. Journ. Agric. Sci. 24. 1954, P 3, 261—263.
- Wachtendorf, W., Untersuchungen über Lebensweise und Bekämpfungsmöglichkeiten der Erdräupen (*Agrotis ypsilon* Rott. Lep. Noct.). Z. angew. Ent. 37. 1955, 462—471.
- Waede, M., Bemerkungen zum Auftreten der Weizengallmücken *Contarinia tritici* Kirby und *Sitodiplosis mosellana* Géhin im südlichen Niedersachsen 1954. Nachrbl. dtsh. Pflzschutzd. Braunschweig, 7. 1955, Nr. 4, 49—54.
- Weyreter, B., Der hauptberufliche Pflanzenschutzwart des Dorfes. Untersuchungen über eine neue Möglichkeit zur Intensivierung des praktischen Pflanzenschutzes. Dissert. d. Landw. Hochschule Hohenheim, 322 S., Verlag Deutsche Raiffeisen-Warenzentrale, Frankfurt a. M. 1954.
- Wilson, M. C., Davis, R. L. u. Williams, G. S., Multiple Effects of Leafhopper Investigation on Irrigated and Non-irrigated Alfalfa. Journ. Econ. Ent. 48. 1955, Nr. 3, 323—26.
- Wright, J. M. & Decker, G. C., Laboratory and Field Tests to Control Squash Bug. Journ. Econ. Ent. 48. 1955, Nr. 3, 250—255.

Hansgeorg Pag, Berlin-Dahlem.



ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ZOOLOGIE

(früher: Zeitschrift für hygienische Zoologie und Schädlingsbekämpfung)

In Verbindung mit

Günther Becker, Berlin; Kurt Becker, Berlin; Hellmuth Gäbler, Eberswalde; Karl Gösswald, Würzburg; Bruno Götz, Freiburg i. Breisgau; Bruno Harms, Berlin; Albrecht Hase, Berlin; Erich Kirchberg, Berlin; Friedrich Lenz, Plön; Erich Martini, Hamburg; Karl Mayer, Berlin; Gerd Poetschke, München; Werner Reichmuth, Berlin; Karl Strenzke, Wilhelmshaven; Wolfgang Tischler, Kiel; Herbert Weidner, Hamburg; Fritz Weyer, Hamburg; Fritz Zumpt, Johannesburg,

herausgegeben von

HEINRICH KEMPER
Berlin-Dahlem

Zweites Heft 1956



D U N C K E R & H U M B L O T / B E R L I N

Inhaltsverzeichnis

Originalarbeiten	Seite
H. Krümmel und A. Brauns: Myiasis des Auges (Medizinische und entomologische Grundlagen)	129 ✓
F. Bär: Die Insektizid-Rückstände im Pflanzenschutz	191 ✓
J. Boch: Knötchenwurmbefall (<i>Ternidens deminutus</i>) bei Rhesusaffen	207
E. Haeger: 10 Jahre Hauslichtfang (<i>Macrolepidoptera</i>)	215
G. Schmidt: Die Spinnenfauna der Kanarischen Bananen	237
Bücherschau	251
Zeitschriftenschau	252

Die Haus- und Gesundheitsschädlinge und ihre Bekämpfung

Ein Lehr- und Nachschlagebuch für den Schädlingsbekämpfer

Von Prof. Dr. Heinrich Kemper

XI, 344 Seiten. 242 Abb. 2. Auflage. 1950. Leinen DM 18,—

„In der Neuauflage dieses bewährten Buches ist uns ein Ratgeber in die Hand gegeben, der in all den vielen Fragen, die die Praxis und die Theorie der Bekämpfung der Haus- und Gesundheitsschädlinge betreffen, eine Auskunft geben kann, die dem neuesten Stande der modernen Wissenschaft entspricht.“

Der praktische Schädlingsbekämpfer

DUNCKER & HUMBLLOT / BERLIN-MÜNCHEN

Myiasis des Auges

Medizinische und entomologische Grundlagen

Von H. K r ü m m e l , Münster/Westf., und A. B r a u n s , Braunschweig

(Mit 16 Abbildungen)

A. Einleitung

In den großen Lehrbüchern der medizinischen Entomologie bzw. der Parasitologie (Martini 1952, Piekarski 1954 z. B.) werden die Krankheiten des menschlichen Auges und seiner Anhangsgebilde, die durch Larven von Zweiflüglern hervorgerufen werden (Ophthalmomyiasis), nur am Rande erwähnt. 1942 hat Suurküla eine zusammenfassende Darstellung veröffentlicht. Er gibt, unter Heranziehung der in der Weltliteratur weit verstreuten Einzelberichte, wohl eine klare Definition des klinischen Krankheitsbildes, erörtert auch die Pathogenese der Krankheit, vor allem im Hinblick auf die bis jetzt noch nicht einmütig entschiedene Frage, auf welchem Wege die Fliegenlarve in das Auge eindringt, woraus sich die prognostisch wichtige Frage ergibt, inwieweit die relativ harmlose Ophthalmomyiasis externa als Prodromalstadium der gefährlichen O. interna anzusehen ist.

Insoweit können wir Suurküla's Schrift als Ausgangsbasis wählen. Wir wollen aber nicht nur ergänzend referieren über die inzwischen im Schrifttum mitgeteilte Casuistik und das genannte pathogenetische Problem wieder aufgreifen, sondern es geht uns vor allem darum, die Larvenerkrankung des Auges so abzuhandeln, daß der Arzt bei der klinischen Diagnostik und Therapie und der Zoologe bei der Bestimmung der jeweiligen Larven gleichermaßen Nutzen davon haben.

Der Arzt wird zwar in fast allen Fällen, wo eine Myiasis beim Menschen in seine Behandlung kommt, wenn er bestrebt ist, die Beziehungen zwischen Krankheitszeichen und -ursache wissenschaftlich zu klären, die exakte Bestimmung der von ihm gefundenen und entfernten Larve selbst kaum durchführen können. Er wird einen Entomologen und überdies einen Spezialisten für Dipteren hinzuziehen müssen. Aber es kann nur vorteilhaft sein, wenn der Mediziner und insbesondere der

Ophthalmologe die Morphologie, Bionomie und Pathogenität der Myiasiserreger im wesentlichen kennt. Wird das menschliche Auge von Dipterenlarven befallen, dann ist für den gut- oder bösartigen Verlauf entscheidend, ob die Larve im Bindehautsack bleibt oder ob sie in das Gewebe der Orbita und mehr noch, ob sie in das Auge selbst eindringt. Abhängig ist dies aber von der biologischen Eigenart der Larve. Ophthalmologe und Entomologe müssen in enger Zusammenarbeit festzustellen versuchen, welche Larvenarten obligatorische bzw. fakultative Erreger, besonders der bösartigen Ophthalmomyiasis interna sind.

Es fehlt bisher ein Leitfaden für die spezielle kombinierte Diagnostik, dessen entomologischer Teil die systematischen und biologischen Merkmale der in Frage kommenden Larven ausreichend berücksichtigt und mit instruktiven Abbildungen ausgestattet ist. Bei S u u r k ü l a finden wir nur kurze entomologische Einleitungen. Die beigelegten Abbildungen der Larven — schließlich die eigentlichen Erreger der Krankheit — können nicht als Ersatz für die fehlende genaue morphologische Beschreibung gelten. Herr Dr. rer. nat. Adolf B r a u n s, ein Spezialist für Dipteren, hat in dieser Abhandlung beides, die exakte morphologische Beschreibung und Abbildung der Larven dankenswerterweise übernommen.

B. Medizinisch-ophthalmologische Diagnose

1. Systematik der Ophthalmomyiasis

In klinischer Hinsicht behalten wir die alte Grundeinteilung von B e h r bei und unterscheiden eine Ophthalmomyiasis externa und O. interna, erweitern aber, wie K i e l schon forderte, den Begriff der Ophthalmomyiasis externa auf all die Fälle, wo die Larven nicht auf der Bindehaut liegen bleiben, sondern in das subcutane oder tarsale Gewebe der Lider, in die Ausführungsgänge der tarsalen und orbitalen Drüsen, in den Tränenapparat und das orbitale Gewebe eindringen. Darüber hinaus noch eine genauere topographische Krankheitsbezeichnung einzuführen, wie S u u r k ü l a vorschlug, würde die klinische Terminologie nur unnötig belasten und dürfte auch entbehrlich sein, weil sich die Besonderheiten des Einzelfalles besser aus der Krankengeschichte ergeben.

Auch die umstrittene Unterteilung der Ophthalmomyiasis interna in eine O. interna anterior und O. i. posterior (B e h r) ließen wir fallen, weil sich aus mehreren Beobachtungen, auch aus einer eigenen, worüber weiter unten berichtet wird, erwiesen hat, daß der Aufenthalt der Larve im vorderen oder hinteren Augenabschnitt wechseln kann und nicht abhängig ist vom Weg, auf dem sie in das Auge eindrang.

Erforderlich ist hingegen für die genauere Bezeichnung der Myiasis aller Körperregionen, so auch am Auge, die entomologische Bestimmung der Larvenspecies. Ihr soll der zweite Teil dieser Abhandlung dienlich sein. Wenn wir schließlich eine gutartige und eine bösartige Form der Myiasis unterscheiden wollen, verlieren die entsprechenden klinischen Verlaufsformen erst dann ihre Zufälligkeit, wenn wir sie ursächlich in Beziehung bringen können zum regelmäßigen und unterschiedlichen Verhalten bestimmter Parasiten im nicht artspezifischen Milieu.

Tabelle 1: Myiasis durch Dipterenlarven

obligatorisch	fakultativ
<p>Calliphoridae (Fleischfliegen) Unterfamilie: Sarcophaginae Art: <i>Wohlfahrtia magnifica</i> Schin. (Rußland; Mittel-, Süd- und Südost-Europa)</p> <p>Oestridae (Biesfliegen) a) <i>Gasterophilus intestinalis</i> Deg. (Magendassel) b) <i>Cephenomyia</i> spec. (Rachendassel) bei Cerviden c) <i>Oestrus</i> (Nasendassel) <i>Rhinoestrus purpureus</i> Brauer <i>Oestrus ovis</i> Lin. (Schafbiesfliege) d) <i>Hypoderma</i> (Hautdassel) <i>Hypoderma bovis</i> Lin. <i>Hypoderma diana</i> Brauer <i>Hypoderma lineatum</i> de Villers <i>Hypoderma</i> spec. (Münster) e) <i>Dermatobia hominis</i> Lin., syn.- <i>cyaniventris</i> (tropisches u. subtropisches Mittel- u. Südamerika)</p>	<p>Calliphoridae Unterfamilie: Calliphorinae <i>Calliphora erythrocephala</i> Meig. <i>Calliphora vomitoria</i> Lin. <i>Lucilia caesar</i> Lin. <i>Lucilia sericata</i> Meig.</p> <p>Unterfamilie: Sarcophaginae (Aasfliegen) <i>Sarcophaga carnaria</i> Lin. (graue Fleischfliege oder Schmeißfliege)</p>
	akzidentell
	<p>Piophilidae <i>Piophila casei</i> Lin. (Käse- oder Fettfliege)</p> <p>Muscidae Unterfamilie: Muscinae <i>Musca domestica</i> Lin.</p> <p>Unterfamilie: Fanniinae <i>Fannia canicularis</i> Lin. <i>Fannia incisurata</i> Zett. <i>Fannia scalaris</i> Fall.</p>

Tabelle 2

Nr.	Autor	Beobachtung		Alter Ge- schlecht	O.-myiasis		Klinische Erscheinungen	Verlauf (Ausgang)	Larvenart	Anzahl
		Ort	Zeit		ext.	int.				
1	Dransfield, J. (1947)	England		20 ♂	+		?		?	6
2	Wardill, T.E.M. (1947)	Trinidad		Neger ♂	+				<i>Cordylobia anthropo- phaga</i>	
3	Adda, V. (1949)	West- slowakei		5 ♂		+	Iridocycli- tis, sublu- xatio lentis Larve in Vorderkam.	operative Entfernung Bandtrüb- g. der Cornea Erblindg.	<i>Sarcophaga</i>	1
4	Cass, E.E. (1949)	Gibraltar		35 ♂	+		schmerz- hafte chemo- tische conjunctivitis	Heilung	<i>Phlebo- tomus</i> -Art (Sand- fliege)	11
5	Hesse, E. (1949)	Österreich (b./Graz)		12 ♂		+	Iridocycli- tis, sublu- xatio lentis Verfärbung u. Fältelung am Fundus (off. Wun- den am Un- terschenk.)	Vorder- kammer- punktion	<i>Hypoderma bovis</i>	1
6	Buesa, L. (1950)	Spanien		25 ♂	+		conjuncti- vitis	Heilung	<i>Oestrus ovis</i>	15
7	Chassaing (1950)	Süd- frankreich		♀	+				<i>Oestrus ovis</i>	2
8	Eickemeyer K.A. (1950)	Deutsch- land (Hochrhön)	April	11 ♂		+	Iritis sublu- xatio lentis, Cat. compli- cata, Sek.- Glaukom (Larve im Glaskörper)	Panoph- thalmie Enuklea- tion	<i>Lucilia caesar</i> oder <i>Sarcophaga carnaria</i> oder <i>Stomoxys calcitrans</i>	1
9	Kornilova A.F. (1950)	Rußland			+		?		„Bremsen- larven“	
10	Jones, B.R. (1951)	Neuseeland		23 ♂	+		conjuncti- vitis	Heilung	<i>Oestrus ovis</i>	6
11	Linnen, H.J. (1951)	Deutsch- land (Rhein- land)		erw. ♀	+		chemosis conjuncti- vae (1 Larve im ductus lacrimalis sup. 1 Larve im ductus gland. lacr. polp.)	Heilung	<i>Oestrus ovis</i>	40-50

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Nr.	Autor	Beobachtung		Alter Ge- schlecht	O.-myiasis		Klinische Erschei- nungen	Verlauf (Ausgang)	Larvenart	Anzahl
		Ort	Zeit		ext.	int.				
12	Smith, R. (1951)	England (London)		34 ♂	+		conjuncti- vitis		<i>Oestrus ovis</i>	20
13	Farnarier, G. (1952)	Frankreich			+		„Chalacion“ mit 2 abge- storbenen Larven		<i>Oestrus ovis</i>	
14	Handl, O. (1952)	Österreich		48 ♂	+		conjuncti- vitis acuta		<i>Oestrus ovis</i>	7
15	Guerra- Grande, J.M. (1952)	Spanien		erw. ♂	+		schmerz- hafte conjuncti- vitis		<i>Oestrus ovis</i>	3
16	Lopez- Marin, J. (1952)	Spanien		3 ♂	+		conjuncti- vitis	Heilung	<i>Wobl- fabrtia magnifica</i>	5
17	Nicolie, N. (1952)	südwestl. Herze- gowina			+		(mehr. Fälle)		<i>Oestrus ovis</i>	
18	Siboni, D. (1952)	Frankreich		Knabe ♂	+		conjuncti- vitis mit Gewebs- defekten		<i>Rhinoestrus purpureus</i>	?
19	Silvan, F. (1952)	Spanien			+		Entzündl. Exophthal- mus vis: 2/3		?	1
20	Contreras- Jiménez (1953)	Spanien		14 ♂	+				?	10
21	Kiel, E. (1954)	Deutsch- land (Ostfriesl.)	Sept.	9 ♂		+	Iritis, Glas- körpertrü- bung, Netz- hauthae- mor- rhagien, später Hypopyon	Enuklea- tion	?	
22	Krümmel, H. und Brauns, A. (1952)	Deutsch- land (Westf.)	Dez.	3 ♀		+	Glaskörper- trübungen, subluxatio lenticis vis: 1/50	Vorder- kammer- punction Cataracta complicata	<i>Hypoderma spec.</i>	1

a) *Ophthalmomyiasis externa*

Das klinische Krankheitsbild ist bei Ansiedlung von Dipterenlarven in der Umgebung des Auges, insbesondere im Bindehautsack, sehr uncharakteristisch. Plötzlicher Beginn mit Fremdkörperempfindung, Schmerz, Epiphora, schleimiger Sekretion, Hyperaemie und manchmal Chemosis der Bindehaut, wie sie mehr oder weniger, als Symptome einer akuten Conjunctivitis in allen bisher veröffentlichten Fällen beschrieben werden, lassen die Ursache zunächst offen. Man wird nach einem Fremdkörper suchen. Sind Dipterenlarven auf der Bindehaut, so fallen sie durch ihre Größe und Farbe nicht auf, eher durch ihre Zahl und Beweglichkeit. Sie sind gelblich-weiß, fast farblos, kontrastieren nur wenig mit der Unterlage. Die sehr kleinen dunkleren Mundskeletteile sind mit unbewaffnetem Auge kaum zu sehen. Da es sich meist um frisch geschlüpfte, noch nicht ausgewachsene Erstlarven handelt, ist ihre Größe noch sehr gering. Bei der zu den obligatorischen Myiasiserregern gehörenden Schaffbiesfliege (*Oestrus ovis*) z. B., die besonders häufig gefunden wurde — (vgl. die Tabellen von S u u r k ü l a und die eigene, als Fortsetzung!) —, ist die Larve nur etwa 1 mm lang, ebenso bei *Rhinoestrus purpureus*. Noch schwieriger ist es, die Insekten Eier auf der Bindehaut zu entdecken. Daß sie in der ophthalmologischen Literatur so selten erwähnt werden, mag daran liegen, daß der Augenarzt die Patienten immer erst dann zu Gesicht bekommt, wenn die Larven schon geschlüpft sind, was bei den ovoviviparen Fliegen sehr bald erfolgt. Bei den larviparen, zu denen vikariierend auch *Oestrus ovis* gehört, werden die schon bald geschlüpften Larven, eingehüllt in einer schleimigen Masse, von der Imago, meist im Vorbeiflug, abgesetzt. Ob diese dann im Bindehautsack, auf der Oberfläche der Schleimhaut bleiben oder bestrebt sind, das Milieu zu wechseln, hängt von ihrer Lebensweise ab, sowohl bezüglich der Ernährung, wie der Entwicklung. Dabei dürfen wir voraussetzen, daß eine Larve, gleich welcher Art, wenn sie an das menschliche Auge und seine Adnexe gerät, sich so verhalten wird, als ob sie sich im artspezifischen Milieu befände, auch wenn dabei das eigentliche biologische Ziel, die Weiterentwicklung bis zur adulten Imago nicht erreicht wird.

Aus der unterschiedlichen Bionomie der Dipterenlarven lassen sich die Grundformen ableiten, die uns zugleich die klinischen Erscheinungen der Ophthalmomyiasis zu erklären erlauben. Die erste Form wird durch Larven bestimmt, die als ausgesprochene Oberflächenschmarotzer auf den Schleimhäuten des Rachens und der Nase ihrer Wirtstiere leben und dort auch bis zu ihrer Verpuppung, u. U. mehrere Monate, bleiben. Mit ihren Mundhaken und Abdominaldornen (cf. Abb. 2 G, H, I; 12 E u. 13 A, C) halten sie sich auf der Unterlage

fest und widerstehen dem Sekretstrom. In der älteren und neueren Literatur ist demgemäß vielfach die Rede davon, daß die Larven sich nicht ohne weiteres von der Bindehaut wegwischen ließen. Wie früher schon (vgl. die Tabellen in Suurkülas Monographie) wurden auch im letzten Dezennium weitaus am häufigsten Oestridentlarven, vor allem die der Schafbiesfliege (*Oestrus ovis*) als Oberflächenschmarotzer im menschlichen Bindehautsack gefunden (cf. Abb. 13), manchmal in großer Menge, so auch in dem von Linnen 1951 berichteten Fall, wo 40 bis 50 Larven bei einer erwachsenen Patientin entfernt wurden. Beachtlich ist dabei, daß zwei Larven in benachbarte Kanäle eingedrungen waren, eine in den oberen ductus lacrimalis und die andere in einen Ausführungsgang der palpebralen Tränendrüse. Die Grundform bleibt oberflächlich parasitär, auch wenn die Larve weiter in den Tränensack wandert und dort eine chronische Entzündung hervorruft.

Courtis hat in Argentinien und Dreyfus in Nordafrika diese Komplikation beobachtet. Larven von *Calliphora vomitoria* und einer *Sarcophaga*-Art hatten sich Monate lang im Lumen des Tränensacks aufgehalten, ohne seine Wand zu durchbrechen. Bei dem 1952 von Farnarier mitgeteilten Fall, bei dem in einem Pseudochalazion zwei abgestorbene *Oestrus*larven gefunden wurden, könnten die Larven ebenfalls auf einem natürlichen Wege, durch den Ausführungsgang einer Meibom'schen Drüse eingedrungen sein.

E. Sergeant, der seit 1904 die Myiasis beforscht, hat seine eigenen Erfahrungen in Algier und die Ergebnisse seiner Umfrage in zahlreichen Ländern der Welt 1952 in einem ausführlichen Bericht niedergelegt. Einige wesentliche Ergebnisse seien hier angeführt: Die Larven von *Oestrus ovis* sind strenge Oberflächenschmarotzer, auch wenn sie in benachbarte Höhlen eindringen. Der Mensch wird von der Fliege zur Ei- oder Larvenablage nur in Ermangelung von Schafen angegriffen. Sergeants eigene Erfahrungen und die Auskünfte aus den Schafzuchtländern (Australien, Neuseeland, Argentinien, Rhodesien, Sudan, Südafrika, Indien und die asiatische Türkei) ergeben, daß die Schafbiesfliege, überall bei den großen Herden stark verbreitet ist, den Menschen aber nicht angreift, insbesondere nicht die Hirten. Aus den genannten Ländern sind keine Myiasisfälle bekannt geworden. Dort aber, wo relativ wenig Schafe oder nur kleine Herden in der Nähe einer zahlreichen menschlichen Bevölkerung gehalten werden, ist die Gefahr für den Menschen größer, als man nach der Literatur zunächst annehmen möchte. Die meisten Fälle bei den Eingeborenen kommen nicht in ärztliche Behandlung. Die Hirten wissen aus Erfahrung, daß die Schleimhautschmarotzer, trotz erheblicher Beschwerden, ungefährlich sind und haben bewährte Methoden, sie schnell wieder los zu werden. Wir werden aber bei der Epidemiologie der gefährlichen Myiasiserreger darauf achten müssen, wie bei menschlichen Erkrankungen jeweils das Zahlenverhältnis zwischen artspezifischen Wirtstieren und Menschen in der Umgebung ist.

Für die zweite Grundform der Ophthalmomyiasis externa kommen Larven in Frage, die sich ernährungsbiologisch anders verhalten als die Oberflächenschmarotzer, als Nekrophagen mit Vorliebe im toten oder geschädigten tierischen Gewebe leben, sich aber auch in

gesundes Gewebe hineinfressen können. Larven aus den Familien der Sarcophagidae und Calliphoridae gehören hauptsächlich dazu. Die von Suurküla zitierten Fälle betrafen allerdings — was beachtlich ist — fast ausschließlich alte und verwahrloste Menschen, solche mit Wunden in der Nähe der Augenhöhlen und Kinder. Die Imago fliegt also, bei der relativ seltenen Eiablage am lebenden Menschen, praedisponierte Körperstellen an. Auf die in die Tiefe eingedrungene Larve reagiert das palpebrale und orbitale Gewebe dann mit einem chronisch abszedierenden und granulierenden Prozeß.

Wenn wir entomologisch von der Bionomie der Larven ausgehen, können wir noch eine dritte Grundform unterscheiden. Sie wird von Larven hervorgerufen, die in gesundes und unverletztes Gewebe eindringen und deren teils vivipare Imagines auch solches Gewebe zur Ei- bzw. Larvenablage primär anfliegen. Dazu gehören aus der Familie der Sarcophagidae die vor allem in Rußland verbreitete und gefürchtete *Wohlfahrtia magnifica*, in unseren Breiten *Sarcophaga carnaria* Lin., im tropischen Amerika die zu den Oestriden gehörende, über ein Insekt als Zwischenwirt sich vermehrende *Dermatobia cyaniventris* und, aus der gleichen Familie, die weltweit verbreiteten Dasselfliegen, deren Arten *Hypoderma bovis* und *H. lineatum* in den nordeuropäischen Viehzuchtgebieten häufig vorkommen. In der Umgebung des Auges sind die klinischen Reaktionen, in Gestalt entzündlicher Granulome uncharakteristisch. Die spezielle Diagnose einer Myiasis ist allenfalls möglich, wenn das Abdominalende der Larve mit seinen Atmungsorganen in einem Fistelgang sichtbar bleibt. Meistens sitzt die Larve tiefer im Gewebe verborgen und erst ein chirurgischer Eingriff bringt Klarheit über die Ursache.

Suurküla konnte in seiner Monographie eine Reihe von Krankengeschichten zitieren, die dies bestätigen. Silván beobachtete 1951 die subcutane Einwanderung einer Larve in die Orbita mit Exophthalmus und $\frac{1}{3}$ Visusverlust. Seitdem sind in der ophthalmologischen Literatur keine ähnlichen Fälle mehr berichtet worden. Wir dürfen aber wohl annehmen, daß sie häufiger vorkommen als es den Anschein hat. Die Schwierigkeit der Diagnose und die Indolenz der ländlichen Bevölkerung in abgelegenen Gebieten ohne Augenarzt stützen diese Vermutung.

b) *Ophthalmomyiasis interna*

Ungleich schwerer und gefährlicher ist das Krankheitsbild, wenn die Larve in das Innere des Auges einbricht. Seit Krautner 1900 in der deutschen Literatur den ersten Fall bei einem neunjährigen Kind beschrieb, ist dieser im wesentlichen paradigmatisch geblieben für alle im Laufe der nächsten Jahrzehnte bekannt gewordenen Fälle, von denen Suurküla dreißig in seiner Monographie tabellarisch zu-

sammengestellt hat und denen wir fünf neue, darunter einen selbstbeobachteten, hinzufügen können.

Wenn — in der Regel nur von erwachsenen Patienten — eine genaue Vorgeschichte zu erheben ist, erfährt man fast immer, daß der erste Insult am Auge mehrere Wochen, manchmal Monate zurückliegt. Nach intermittierenden Reizzuständen treten schließlich Sehverschlechterung und Schmerzen auf, die den Anlaß zur augenärztlichen Konsultation geben. Es fällt auf, daß die ersten ärztlichen Beobachtungen fast stets in den Spätherbst- und Wintermonaten liegen, also wesentlich später als die Flug- und Fortpflanzungszeit des Insektes. Dies erleichtert die Diagnose natürlich keineswegs, zumal da die nun folgenden Krankheitssymptome trotz ihrer Gleichartigkeit unspezifisch sind. Eine mehr oder weniger exsudative Iritis und mit stärkeren Glaskörpertrübungen verbundene Cyclitis und Chorioretinitis beherrschen das Bild. Liegt die Larve in der Vorderkammer und ist sie nicht durch ein Exsudat verhüllt, so müßte sie erkennbar sein, — wenn man bei der Feststellung des intraocularen „Fremdkörpers“ daran denkt, daß es ein Lebewesen sein könnte. Aber es mag trotzdem diagnostische Schwierigkeiten geben.

Als Krautner den oben erwähnten ersten Fall in die Hand bekam, behandelte er das erkrankte Auge auch zunächst drei Wochen lang „antiphlogistisch“, obwohl die *Hypoderma*-Larve, wie auch seine Abbildung klar zeigt, diagonal durch die Vorderkammer auf dem Hornhautendothel lag. Erst nach ihrem Lagewechsel und nachdem die Segmentierung deutlich erkennbar war, wurde sie richtig angesprochen und durch Kammerpunktion entfernt. Auch Kiel, der drei Fälle von Ophthalmomyiasis beobachtete, zögerte beim dritten Fall zunächst mit seiner Diagnose, obwohl er bei der Wahrnehmung des Gebildes im oberen Kammerwinkel sofort den richtigen Verdacht hatte. Die Chance, die Larve noch rechtzeitig aus dem Auge zu entfernen, wurde verpaßt und das Auge ging, nach Abwanderung der Larve in den Glaskörperraum, verloren.

Es kommt gelegentlich vor, daß sie sich unter starker Belichtung, z. B. an der Spaltlampe, bewegt und damit ihre Natur verrät. Ist sie im Glaskörper, so kann man sie, bei günstiger Lage im vorderen Bereich und wenn Trübungen und Haemorrhagien sie nicht verdecken, wie in den Fällen von Eickemeyer und Kiel, wohl als solche erkennen. Im tieferen Glaskörperbereich wird man versuchen, mit dem elektrischen Lupenspiegel oder mit Hilfe der Hruby-Linse, an der Spaltlampe die typischen segmentalen Strukturen der fraglichen Fremdkörper festzustellen. Sieht man in Myiasis örtliche Defekte und Lücken der Zonulafasern, evtl. mit einer Subluxatio lentis, so darf man dies, wie eine Reihe von Beobachtungen beweisen, als ziemlich sicheres Leitsymptom bewerten. Es sind aber auch Fälle berichtet (v. Hess, Behr, Zeemann, Archangelsky-Braun-

stein), bei denen die histologische Untersuchung die subretinale Lage der Larve erwies und das klinische Krankheitsbild aetiologisch ungeklärt blieb. Zu dessen Symptomatik gehören noch: Netzhautablösung und, zumal bei Subluxatio lentis, ein Sekundärglaukom.

Wie bei den tiefen Formen der äußeren Ophthalmomyiasis sind auch bei der inneren hauptsächlich Dasselfliegenlarven zu erwarten. In 16 von 30 Fällen, die Suurküla zusammenstellte, wurden sie gefunden. Fünf weitere dürften ebenfalls dazu zu rechnen sein, obwohl die genaue entomologische Bestimmung fehlt und die Larve lediglich als Dipterenlarve bzw. als zugehörig zur Familie der Oestriden bezeichnet wurde. Unsere neue Tabelle enthält fünf Fälle, bei denen zweimal, im Fall von Hesse und im eigenen, *Hypoderma* bestimmt wurde. Auch im dritten Fall von Kiel entspricht die angegebene Größe von 6 bis 8 mm dieser Larvenart. Eickemeyers Bestimmung der Larve im histologischen Schnitt, bei der mit gleicher Wahrscheinlichkeit drei Arten, *Lucilia caesar*, *Sarcophaga carnaria* und *Stomoxys calcitrans* genannt wurden, ist, ebenso wie seine Begründung für die Ablehnung einer *Hypoderma*-Larve, anzuzweifeln. Ich verweise auf die Ausführungen im entomologischen Teil. Beachtlich ist, daß neuerdings Adda über die Besiedlung des Augeninnern mit einer *Sarcophaga*-Larve berichtete. Bei einem fünfjährigen Kind aus der Westslowakei wurde sie aus der Vorderkammer entfernt; das Auge ging nach plastischer Iridocyclitis mit Subluxation der Linse zugrunde. Die Bestimmung der Larve durch den Zoologen wird aber als unsicher bezeichnet, weil ihr Zustand verändert war. Adda führt diesen Fall gegen Suurküla an, der irrigerweise der Meinung sei, daß diese Larve, ebenso wie *Wohlfahrtia magnifica*, bei der Ophthalmomyiasis interna nicht vorkomme, jedenfalls nicht in ein primär gesundes Auge eindringe und beruft sich auf fünf weitere Fälle (Bolod, Spanyol, Dérier und Weisz), bei denen Larven aus der Familie der Sarcophagiden als intraoculare Schmarotzer gefunden wurden. Daß diese überwiegend nekrophagen Larven gerne auf Wunden und auch auf die ulcerös erkrankte Hornhaut abgesetzt werden und mit Hilfe ihrer kräftigen Freßwerkzeuge in der Lage und bestrebt sind, in die Tiefe vorzudringen, ist bekannt. Onorato, der 1922 über zahlreiche Fälle von Myiasis im nordafrikanischen Bereich berichtete, fand an schwer erkrankten Augen (Trachom, Ulcus corneae) u. a. auch *Wohlfahrtia*-Larven. Diese komplizierte Form der Myiasis oculi muß von der primären als besonderes Krankheitsbild getrennt werden, schon deshalb, weil die Larve sich in einem Milieu ansiedelt, das für sie, im Gegensatz zum gesunden Auge, artspezifisch ist. Sie tritt dabei auch fast stets in großer Zahl auf und kann, wenn sie nicht gestört oder entfernt wird, ihren Entwicklungs-

gang zuende führen, was die vereinzelte Larve im gesunden Auge nicht kann. Sie bleibt in ihrer Entwicklung stehen und stirbt oft ab. Ihr Verhalten ist zwar bionomisch gesetzmäßig, sie ist aber auf ihrem Fraßwege in eine Falle geraten, in der sie durch Nahrungsmangel verkümmert und auch, wenn sie sich bis zum endgültigen Larvenstadium entwickeln würde, die Fortsetzung der Metamorphose über die Verpuppung bis zur Imago nicht vollziehen könnte.

Mit der gleichen, vorwiegend entomologisch orientierten Einstellung müssen wir an die Frage herantreten, auf welchem Wege die Larve in das gesunde Auge eindringt. Dabei müssen wir unterscheiden den Wanderungsweg vom Absiedlungsort des Eies bzw. der Larve bis an das Auge und den Ort, an dem die Larve in das Auge eindringt. Wir beschränken uns im folgenden auf die *Hypoderma*-arten, weil sie als primäre und obligatorische Säugetierschmarotzer mit hochentwickelter spezifischer Anpassung in den Viehzuchtgebieten der ganzen Welt sehr verbreitet sind und beim Menschen an erster Stelle als Ursache einer Ophthalmomyiasis interna in Frage kommen. Über die Migration dieser Larven im tierischen Wirtskörper wird im entomologischen Teil, S. 148 f., berichtet. Mag die ältere Auffassung, die Suurküla noch nach Fiebiger zitiert, wonach die Larven vom Rind von der Haut abgeleckt werden, in die Schleimhaut des Schlundes eindringen und von dort zum Wirbelkanal weiterwandern, überholt sein bzw. dieser Weg eine Ausnahme darstellen und neuerdings feststehen, daß die Larven direkt in die Haut der Hinterläufe und des Bauches beim Rind eindringen und über die Nervenscheiden zum Rückenmarkskanal wandern, um von dort wieder in die paravertebrale Cutis auszutreten und sich endgültig anzusiedeln, für den Ophthalmologen ist wesentlich, daß *Hypodermalarven* in der Lage sind, weite Wege im Wirtskörper zurückzulegen und dies auch regelmäßig tun. Die von Suurküla angeführten Fälle von Hautmyiasis beim Menschen in Norwegen, über die Natwig 1938 auf dem VII. internationalen Kongreß für Entomologie in Berlin berichtete, sind in dieser Hinsicht sehr instruktiv. Die Larven wandern kranialwärts. Wenn sie — wie feststeht — vom Unterschenkel bis zur Umgebung des Ohres und vom Ellenbogen bis zur Augengegend wandern können, ist es wahrscheinlich, daß sie über die Gesichtshaut auch die wenigen Zentimeter bis in die Orbita noch zurücklegen können. Zu beachten ist, daß die Eier von der Fliege in charakteristischer Form an den Haaren abgelegt werden. Cilien und Augenbrauen kämen also als Eiablageplatz beim Menschen in Frage, vor allem in den Fällen, wo das Eindringen der Larve in die Orbita völlig unbemerkt blieb und keine Reaktionen an der benachbarten Gesichtshaut beobachtet wurden. Mit den wenigen Autoren (Hess, Schmidt zu Wellenberg

und Dé rer), die eine Invasion auf dem Hautwege annehmen, hat S u u r k ü l a sich schon kritisch auseinandergesetzt. Solange nicht bei einer Netzhautembolie die Dipterenlarve im Zentralgefäß sicher nachgewiesen ist, sprechen veterinärmedizinische Erfahrungen und die Bionomie der Larve gegen diese Auffassung.

Greifbarer ist, auf Grund klinischer Beobachtungen und pathologisch-anatomischer Befunde, das Problem, an welcher Stelle die Larve in das Auge eindringt und wie sie sich im Auge verhält (cf. Abb. 1!). Es besteht allerdings auch in dieser Hinsicht keine einheitliche Auffassung. Die neuerdings wieder aufgelebte Kontroverse zwischen H a r t m a n n und K i e l, die sich beide auf eigene Beobachtungen stützen, beweist dies. H a r t m a n n, der schon 1927 für die von ihm aus der Vorderkammer entfernte Larve eine diasklerale Einwanderung annahm und diese

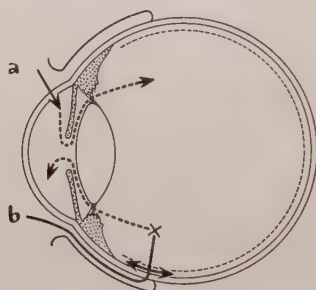


Abb. 1. Schematische Darstellung der Migration einer Larve in das Augeninnere. a) Transcornealer Weg. b) Transskleraler Weg.

Meinung auch auf dem augenärztlichen Fortbildungskurs in Berlin 1938 vertrat, als O n c k e n eine neue von ihm aus der Vorderkammer eines achtjährigen Kindes extrahierte Larve vorzeigte, ist mit K i e l einig in der Annahme, daß die Larve durch die Sklera eindringt, glaubt aber aus dem Umstand, daß eine bucklige Narbe, 4 mm vom Limbus zu sehen war, beweisen zu können, daß die Larve subconjunctival nach vorne zum Limbus wanderte und dort in die Vorderkammer eindrang. Sie wandere dorthin, „da die Bindehaut kein günstiger Siedlungsort für sie ist“. Dagegen wäre einzuwenden, daß das subconjunctivale bzw. episklerale Gewebe schon ein relativ günstiger Siedlungsort für die Larve sein könnte, in Analogie zur Subcutis eines Rinderrückens, daß aber die Larve im ersten Entwicklungsstadium noch weit vom Endstadium der Verpuppung entfernt ist und deshalb weiterwandert. Das Innere des Auges, auch die Vorderkammer ist gewiß für das Endstadium der Larve ein noch ungünstigerer Ort, was sich ja schon daraus

erweisen läßt, daß sie, wenn sie dahin gerät, sich nicht weiterentwickelt und oft abstirbt. Überdies zwingt die Beobachtung einer frischen oder narbigen Gewebsveränderung in der Nähe des Limbus — im besagten Fall von Hartmann waren es immerhin 4 mm — doch noch nicht zur Annahme, daß die Larve von dort nach vorne wandert. Hartmann zitiert die Beobachtungen von Behr und Archangelsky und glaubt, daß der „phlyktaenuläre Reizzustand“ an der Corneoskleralgrenze, den Behr vorfand, für das Eindringen am Limbus spräche. Behr fand histologisch die Larve unter der Netzhaut, in der Nachbarschaft, im vorderen Abschnitt der Episklera, entzündliche Zellansammlung und am gleichen Ort eine verdünnte Stelle in der Sklera mit Vermehrung der Spindelzellen. Nur eine histologisch an Serienschnitten sicher erkennbare Durchbruchsstelle am Limbus könnte das direkte Eindringen der Larve in die Vorderkammer (cf. Abb. 1 a!) beweisen; die mitgeteilten histologischen Befunde reichen u. E. dazu nicht aus. Archangelsky nimmt auch den direkten Weg in die Vorderkammer an, bemerkt aber ausdrücklich, daß er im eigenen Fall histologisch kein Durchbruchzeichen an der Sklera fand. Die Larve lag schließlich subretinal in der vorderen Bulbushälfte. Wesentlich scheint mir der Hinweis von Suurküla zu sein, daß im Fall von Mannhardt, den Behr histologisch untersuchte und in dem von Purtscher eine Diplopie auftrat als Zeichen von Augenmuskelerkrankung. Suurküla selbst beobachtete das Gleiche bei seinem Fall und fand in einem Buckel „temporal auf der Höhe des angulus externus“, also ziemlich weit vom Limbus, eine *Hypodermalarve*. Wenn die Larve von dort nach vorne wandert, trifft sie am Limbus auf eine nicht mehr locker aufliegende, sondern mit der Episklera fest verbundene Conjunctiva, außerdem auf einen Teil der Sklera, der dicker und fester ist als der Bereich unter den Augenmuskelsehnen, wo ihr Kaliber bis auf 0,25 mm absinken kann. Am Äquator ist es nicht viel stärker, beträgt auch nur 0,4 bis 0,5 mm. Außerdem würde die Larve an der vorderen Calotte, insbesondere im Corneoskleralring vor den Augenmuskelsehnen auf einen Teil der Sklera stoßen, der, wie Becher in seinen Untersuchungen über den „konstruktiven Bau der Sklera“ nachwies, mit seinen circulären und meridionalen Faserbündeln besonders fest, dicht und starr verfilzt ist. Dies alles spricht für die subconjunctivale Wanderung der Larve nach hinten und ihr diasklerales Eindringen in den Glaskörperraum, wobei sie unter Umständen im subretinalen Raum liegen bleiben kann. Ich muß Kiel zustimmen, der gegen Hartmann die gleiche These mit ähnlichen Argumenten vertritt. Man kann Kiel auch zustimmen in der Auffassung, daß die Larve sich vom Glaskörper aus, durch die Zonula Zinnii in die Vorderkammer durchfrißt und die dabei

entstehende Linsensubluxation die Ursache des vielfach beobachteten Sekundärglaukoms ist und nicht, wie Hartmann annimmt, dieses eine Begleiterscheinung der Iridocyclitis darstellt. Hartmann hält eine Rückwanderung der Larve aus der Vorderkammer in den Glaskörper für „unwahrscheinlich“, weil die Nahrungsbedingungen im Glaskörper besser seien. Kiel hat dies widerlegt mit dem Hinweis auf die Substanzeanalyse beider Regionen. Kammerwasser und Glaskörper sind zweifellos gleich schlecht für die Ernährung der Larve. Überdies sprechen tatsächliche Beobachtungen gegen Hartmann. Kiel weist mit Recht darauf hin, daß der Zonuladefekt und die Subluxatio lentis bei Anwesenheit der Larve in der Vorderkammer von zahlreichen Autoren gefunden wurden, auch von Hartmann. In der älteren Literatur berichten dies (cf. Tabelle von Suurküla! a.a.O.) Barczinski, Dérier, O'Brien und Allen, in der neueren Literatur (cf. eigene Tabelle!) Adda und Hesse. Im eigenen Fall, über den weiter unten berichtet wird, konnte während der klinischen Beobachtung der Übertritt der Larve aus dem Glaskörper in die Vorderkammer sicher festgestellt werden. Kiel beobachtete in seinem dritten Fall das Gegenteil, die Rückwanderung aus der Vorderkammer in den Glaskörper. Daß die Larve häufiger in der Vorderkammer als im Glaskörper gefunden wurde — worauf Hartmann hinweist — und die Prognose bei schneller Entfernung besser ist als bei Ansiedlung im hinteren Augenabschnitt, beweist noch nicht, daß sie primär in die Vorderkammer eindringt. Dort wird sie eben häufiger erkannt, und es hängt schließlich das Schicksal des Auges davon ab, wie lange die Larve im hinteren Bulbus verweilt bzw. welche Zerstörungen sie dort anrichtet und ob sie aus der Vorderkammer wieder in den Glaskörper zurückwandert, wie Avizonis und Weisz beobachteten. Avizonis wählte deshalb die Bezeichnung „Ophthalmomyiasis interna migrans“. Wir erwähnten schon, daß Behrs Einteilung in eine anteriore und posteriore Form wegen der fließenden Übergänge nicht ausreichend zu begründen ist. Sie wäre es nur, wenn sich streng beweisen ließe, daß der posterioren stets die anteriore Form vorausgeht, die erste eine Komplikation der zweiten ist, was offenbar nicht zutrifft. Die Komplikation ergibt sich aus dem klinischen Verlauf. Wir betonten schon mehrfach, daß die Bionomie der Larve vom Kliniker beachtet werden muß bei der Beurteilung des Krankheitsverlaufs. Dipterenlarven sind lichtscheu; sie werden stets die Tendenz haben, wenn sie an das menschliche Auge geraten, in den Fornix des Bindehautsacks zu kriechen, unter der Bindehaut vom Lidspaltenbereich weg nach hinten zu wandern und aus der Vorderkammer wieder zu verschwinden, woran sie aber durch die Barriere der Iris gehindert werden.

Unsere Beobachtung, daß die Larve über Nacht in die Vorderkammer kroch und bei der Frühvisite an der Spaltlampe dort entdeckt wurde, entspricht diesem Verhalten. Daß die Larve überhaupt den Glaskörper verläßt und nach vorne wandert, dürfte sich daraus erklären, daß sie im Frühstadium ihrer Entwicklung noch nicht reif ist zu einer ortsfesten Ansiedlung und die Tendenz zur Wanderung ihr noch innewohnt.

Schließlich hat Kiel 1954 auch mit Recht dargelegt, daß der Limbus corneae eine sehr sensible Region am Auge ist und daß die Anwesenheit, Bewegung und Fraßtätigkeit einer Larve an dieser Stelle Schmerzen auslösen würde. Es ist unwahrscheinlich, daß in allen bisher bekannt gewordenen Fällen dieses Stadium die Larveninvasion, auch von Kindern, die hauptsächlich betroffen waren, nicht bemerkt wurde und keine Abwehrreaktion erfolgte. Daß der Lidschlag die Larve wegweisen würde, wie Kiel meint, ist nicht so einleuchtend. Wie ein Blick auf die Abbildungen im entomologischen Teil zeigt, sind die Larven mit raffinierten Mundhaken ausgerüstet, die ihnen erlauben, sich gegen Widerstände am Ort zu halten. Sonst würden sie die abwehrebereiten Wirtstiere nicht in solcher Masse befallen können. Aber auch wenn wir annehmen, daß die Larve zunächst eine kurze Strecke die Conjunctiva bulbi unterminiert und deshalb vom Lidschlag nicht weggeschwemmt werden kann, müßte dieser Fraßakt im pericornealen Bereich sichtbare und fühlbare Reaktionen auslösen. Im weiter hinten gelegenen subconjunctivalen und episkleraren Bereich hingegen kann die Larve zweifellos zunächst unbemerkt bleiben.

Was wir schon bezüglich der histologischen Befunde sagten, gilt auch, vice versa, für die klinische Betrachtung. Solange nicht die Larve auf ihrem direkten Wege in die Vorderkammer beobachtet wird, sprechen alle bisher bekannt gewordenen Faktoren dafür, daß sie transskleral in den subretinalen bzw. vitrealen Raum des Auges eindringt (cf. Abb. 1 b).

2. Therapie der Ophthalmomyiasis

Sie ist frei von Problematik, aber nicht von Schwierigkeiten und Vergeblichkeiten. Ihr Ziel ist stets das gleiche, die angesiedelten oder eingedrungenen Larven vollzählig und so schnell wie möglich zu entfernen. Bei den oberflächlich auf der Bindehaut liegenden wird dies in den meisten Fällen mechanisch, am besten mit einem Stieltupfer, gelingen. Man muß aber sorgfältig dabei vorgehen, doppelt ektropionieren und den Fornix absuchen. Stets ist damit zu rechnen, daß Larven von *Oestrus ovis* in großer Anzahl auftreten. In der Literatur liest man nicht selten, daß sich die Larven nicht ohne weiteres wegweisen ließen, weil sie im Gewebe festgehakt waren. Man wird versuchen, sie abzu-

töten oder wenigstens zu betäuben. Sie haben sich aber gegen die meisten augenärztlich gebräuchlichen Arzneimittel als resistent erwiesen. Entsprechend ihrer parasitären Lebensweise sind sie gegen toxische Umweltfaktoren wenig empfindlich (vgl. S. 168). Die schweren veterinärmedizinischen Mittel, 15 %ige ölige Chloroformlösung, Tetrachlorkohlenstoff und Glyzerin sind am Auge nicht anwendbar. *E. St. E. b. a. n.* tötete die Larven im Bindehautsack mit 10 %iger Calomelsalbe. Einen leichten Reizzustand könnte man dabei in Kauf nehmen, man riskiert aber u. U. eine heftige Reaktion infolge Überempfindlichkeit gegen Quecksilber oder Chlor. Außerdem ist es schwierig, die Salbe in alle Nischen und Falten des Bindehautsacks hineinzubringen. *S. Ch. n. a. u. d. i. g. e. l.* benutzte 0,25 %ige Silbernitratlösung bei *Sarco-phaga*-Larven. *S. Ch. m. i. d.* konnte mit 1 %iger Lösung, ebenso wenig wie mit Pantocain, Adrenalin und Sublimat 1 ‰, *Oestrus*-Larven nicht bewegungsunfähig machen, wohl aber mit Olivenöl. Recht brauchbar scheint Paraffinöl zu sein, das *K. r. e. i. k. e. r.* u. a. anwandten. Die Larven ersticken, da die Trachealöffnungen vom Öl verstopft werden. Neuerdings hat *L. i. n. n. e. n.* Mintacol gebraucht, nachdem er, wie andere Autoren schon vor ihm, feststellte, daß eine maximale Cocainisierung die Beweglichkeit der Larven nicht aufhob. Er griff zum Mintacol, um einen Stoff von gegensätzlicher pharmakologischer Wirkung zu versuchen, lähmte damit die Larven und erfuhr nachträglich, daß Mintacol ursprünglich als Insektizid gedacht war. Es mag als glücklicher Zufall gelten, daß dieses am Auge verträgliche Pharmakon, das als Diäthyl-p-nitrophenylphosphat bei den Versuchen zur Herstellung neuer Pflanzenschutzmittel aus der Reihe der Phosphorsäureester entstand, sich so als geradezu spezifisches Mittel gegen Insektenlarven anbietet. Da in der Vergangenheit viele Fälle von Ophthalmomyiasis beim Menschen entomologisch nicht geklärt wurden bzw. die Diagnose in der allgemeinen Bestimmung stecken blieb, weil die Larve noch nicht voll ausgebildet war, wäre es in Zukunft zu wünschen, daß lebende Exemplare erbeutet und weitergezüchtet würden. Dazu dienen die Angaben auf S. 156. Das gilt natürlich auch für Exemplare, die aus dem tieferen Gewebe in der Umgebung oder aus dem Inneren des Auges entfernt wurden.

Jede palpebrale, parabulbäre und intraoculare Myiasis erfordert, wenn der Verdacht genügend begründet ist, zu ihrer Heilung einen chirurgischen Eingriff. Furunkel und aetiologisch unklare Granulome an den Lidern und in der Orbita wird man ohnehin, bei erfolgloser konservativer Therapie, operativ angehen. Im mitteleuropäischen Raum sind diese parasitären Affekte seltener als im nord- und südeuropäischen, entsprechend der Verbreitung der menschlichen Hautmyiasis

in diesen Gebieten. Wesentlich häufiger werden sie im tropischen Amerika beobachtet, wo die bei uns nur gelegentlich eingeschleppte Larve von *Dermatobia hominis* (syn. *cyaniventris*) als obligatorischer Hautschmarotzer weit verbreitet ist und, wie Recca und Picoli aus Argentinien berichten, von den Eingeborenen Speck als Volksmittel auf die von Larven besiedelten Furunkel gelegt wird, um den Parasit durch Luftmangel zur Auswanderung zu zwingen. Suurküla hat a.a.O. einige Fälle von palpebraler Myiasis durch *Hypodermalarven* ausführlich mitgeteilt. Es kann dabei zur Abszedierung und Spontanaustritt der Larve kommen. Diese Larven neigen jedoch mehr zur tieferen Invasion und wie entscheidend es sein kann, sie daran zu hindern, beweist ein ebenfalls von Suurküla berichteter Fall, wo bei einem achtjährigen Kind eine verdächtige Vorwölbung am Bulbus, ziemlich weit vom Limbus, eröffnet und eine *Hypodermalarve* gefunden wurde, die subconjunctival offenbar auf dem Wege ins Augeninnere war. Dieser Fall mag als Bindeglied gelten zwischen externer und interner Ophthalmomyiasis, bei der es in erhöhtem Maße auf die frühzeitige Diagnose ankommt und das Auge nur durch operative Entfernung der Larve gerettet werden kann. Spontanheilung mit gut erhaltener Sehleistung kommt ausnahmsweise vor, wenn die Larve abstirbt, bevor sie schwere Zerstörungen angerichtet hat und ihre Reste als intraoculare Fremdkörper getragen werden. Nur drei Fälle dieser Art sind bisher bekannt geworden (Mackay, Anderson, Weisz). Wird eine Larve in der Vorderkammer entdeckt, so muß man unverzüglich die Kammer mit breiter Lanze am günstigsten Ort eröffnen und versuchen, die Larve mit dem Kammerwasserstrom herauszuschwemmen, evtl. durch Nachspülung mit physiologischer Kochsalzlösung. Nur wenn sie verhakt oder verklebt ist, greife man zur Pinzette. Man muß damit rechnen, daß sie beim Zugriff mit heftigen Bewegungen reagiert und durch die Pupille in den Glaskörper ent schlüpft. Man wird deshalb vorher Miotica geben. Außerdem besteht bei Benutzung einer Pinzette die Gefahr, daß die Larve zerstückelt oder durch Quetschung verletzt wird, wobei innere Gewebsteile und ihr Darminhalt austreten, im Auge zurückbleiben und die an sich schon drohende exsudative Iritis auslösen können. Zudem können wir nur an der intakt und lebend entbundenen Larve eine genaue entomologische Bestimmung und die wünschenswerte Weiterzucht durchföhren. Nach glatter Entfernung aus der Vorderkammer ist die Prognose nicht schlecht. Aus dem früheren Schrifttum sind immerhin vier Fälle (Onken, Balod [2 X], Maggiore) bekannt, die mit vollem Visus abheilten.

Bei Ansiedlung im Glaskörper oder unter der Netzhaut ist der operative Eingriff fast aussichtslos und kommt auch meistens zu spät, weil die

Zerstörungen schon zu groß sind. Trotzdem sind im Hinblick auf die infauste Prognose auch gewagte Eingriffe erlaubt. Man kann versuchen, die Larve, unter Kontrolle mit dem elektrischen Augenspiegel während der Operation, diaskeral zu extrahieren, dabei evtl. eine stark saugende Pipette mit leicht verbreitertem Mundstück benutzen. Schließlich kommt die Zerstörung der Larve am Ort mit einer gut isolierten Diathermienadel in Frage. Eine etwa entstandene Netzhautablösung muß natürlich gleichzeitig operativ behandelt werden. Um ihr vorzubeugen, wird man die Perforationsstelle an der Sklera diathermisch abriegeln.

Einen ungewöhnlich günstigen Verlauf nahm die Operation, die Purtscher 1925 ausführte. Nach Trepanation der Sklera kam die Larve mit dem austretenden Glaskörper zum Vorschein. Das Auge blieb, wenn auch funktionsuntüchtig, erhalten. Wenn auch kaum zu bestreiten ist, daß dieser glückliche Zufall mit dem plötzlichen Glaskörperabfluß durch die am richtigen Ort gesetzte Trepanationsöffnung zusammenhängt, so ist doch die Eröffnung der Sklera mit einem breiten Lanzenschnitt vorzuziehen, weil eine Pinzette sich nur in einem Wundspalt genügend öffnen läßt. Jedem erfahrenen Operateur ist ohnehin bekannt, wie schwierig alle instrumentalen Eingriffe im Glaskörper sind, da dieser mit dem eingeschlossenen Fremdkörper vor dem Instrument ausweicht. Zudem läßt sich ein Wundspalt mit einer Mendozanaht gut verschließen.

Die Prognose ist besonders schlecht, wenn die Zonula beschädigt und die Linse subluxiert ist. Nach dem Schrifttum ist dies relativ häufig der Fall. Nur bei Sekundär-Glaukom wird man eine Schlingenextraktion riskieren, aber das Auge kaum vor dem Verfall bewahren können, vor allem wenn die Larve nicht entfernt werden kann. Chronische Iridocyclitis, Netzhauthaemorrhagien und -ablösung und Sehnervenerkrankung lassen sich dann therapeutisch kaum beeinflussen. Der Visus wird schlecht oder erlischt ganz. Phthisis bulbi oder Enukleation sind oft das Ende. (Vgl. Tabelle von Suurküla und die eigene!).

3. Eigene Beobachtung einer Ophthalmomyiasis interna durch eine Dasseliegenart

Am 11. Januar 1954 wurde das 3¹/₂jährige Kind A. Sch. von einem Augenarzt in die Univ.-Augenklinik, Münster/Westf., eingewiesen. Zwei Wochen vorher war zum erstenmal eine Entzündung am linken Auge aufgetreten und das Kind klagte über Schmerzen.

Der zugezogene Hausarzt überwies es an einen Augenarzt, der über seinen ersten Befund am 4. Januar folgenden Bericht gab: Das rechte Auge war reizfrei und ohne pathologischen Befund, das linke hingegen ciliar injiziert mit schwach opakem Kammerwasser und zarten hinteren Synechien, die sich bei Erweiterung der engen Pupille sprengen ließen. Es bestand Iridodonesis und Subluxation der Linse nach nasal unten. Der Glaskörper war stark diffus getrübt, so daß am Fundus Einzelheiten nicht zu erkennen waren. —

Am 6. und 9. Januar blieb der Befund unverändert. — Die Behandlung bestand lediglich in Scopolamin-Tropfen und Verband. Eingewiesen wurde das Kind mit der Verdachtsdiagnose: Metastatische Uveitis oder Neoplasma.

Bei der Aufnahme in die Klinik wurde folgender Befund erhoben: R. Auge: o. B. — L. Auge: Lider und Tränenapparat o. B. Keine Motilitätsstörung. Ciliare Injektion. Keine Defekte oder Narben an den Bindehäuten. Hornhaut klar. Vorderkammer etwas vertieft, stärkere corpuskuläre Kammerwassertrübung, mit lebhafter Wärmeströmung. Regenbogenhaut normal in Struktur und Farbe, reizfrei. Pupille rund, medikamentöse Mydriasis. Im nasalen Bereich auf das Sphinctergebiet beschränkter Glaskörperprolaps. Die klare Linse ist nach nasal unten subluxiert und schlottert. Diffuse und bandförmige Glaskörpertrübungen. Der Augenhintergrund ist verschleiert. Papille und große Gefäße sind als normal erkennbar. Die Tension des Bulbus ist palpatorisch normal. Tonometrie wird, um Narkose zu vermeiden, unterlassen. Visus R. (Fingertafel) = $4/5$, L. keine Angaben.

Da lediglich die Diagnose einer Cyclitis mit subluxierter Linse gestellt werden konnte, und die Ursache offen blieb, der Verdacht, es könne sich um eine unerkannt gebliebene perforierende Verletzung handeln, röntgenologisch entkräftet werden konnte, jedenfalls bezüglich eines Metallsplitters, wurde zunächst eine konservative Therapie mit Scopolamin, Penicillin, 200 000 E. p. d. und Milch-Injektion, 3 ccm i. m., eingeleitet. Endogene Cyclitis oder Folgen einer Contusio bulbi wurden differentialdiagnostisch erörtert.

Bis zum 23. Januar änderte sich der Zustand kaum. Auf dem Hornhautendothel lagerten sich feine Beschläge ab. Am nächsten Tag stieg die Tension des Bulbus an. Extraktion der subluxierten Linse wurde beschlossen.

Bei der letzten Vorbesprechung und Spaltlampenkontrolle am 25. Januar wurde, bei nunmehr stark ciliar injiziertem Auge, in der Vorderkammer eine etwa 4 bis 5 mm lange, weiße, segmentierte und bewegliche Insektenlarve entdeckt. In Rectio, Chloraethyl-Äther-Narkose erfolgte sofort die Operation. Nach Lanzenschnitt ließ sich die Larve aus der angelüfteten Wunde, unter leichtem Druck auf die Hornhaut, aus der Vorderkammer ausschwemmen. Der Heilverlauf war zunächst ohne weitere Komplikationen. Die Linse blieb in ihrer alten Lage. Am 2. Februar war die ciliare Injektion noch angedeutet. Der Glaskörperprolaps war umfangreicher, nunmehr auch im temporalen Bereich sichtbar, die Linse in ihrem hinteren Bereich getrübt. Die Tension des Auges betrug 8 mm Hg. Der Visus wurde bei Prüfung mit der Fingertafel mit $1/50$ angegeben.

Nach der Entlassung am gleichen Tag erfolgte die erste Nachuntersuchung am 17. Februar. Das linke Auge war noch leicht ciliar injiziert. Eine Kammerwinkelsynechie entsprach der unteren Grenze des Lanzenschnitts. Ein Fibrinschleier bedeckte die Vorderfläche der unverändert subluxierten Linse. Wegen dichter flockiger Glaskörpertrübungen konnte auch jetzt der Fundus nur grob erkannt werden. Bis zur nächsten Nachuntersuchung am 4. März blieb es so. Am 23. April war das Auge äußerlich reizfrei. Das Hornhaut-

endothel war noch mit alten staubfeinen Beschlägen bedeckt und das Kammerwasser noch opak. Der Glaskörperprolaps war jetzt ein komplizierter, die Pupille verzogen, zu der vorderen und nun auch hinteren Synechie hin. Die Linse, jetzt nach außen oben luxiert, ist im Kerngebiet klar geblieben, in der vorderen Rinde streifig getrübt. Am hinteren Pol haben sich zahlreiche größere subcapsuläre Vacuolen gebildet, auf der Hinterfläche liegen graue Beschläge. Der Glaskörper hat sich durch Absinterung der Trübungen nach unten so weit aufgehellt, daß man am Fundus eine normale Papille erkennen kann. Es ist keine Netzhautablösung festzustellen. Der Visus ist unverändert $\frac{1}{50}$; die Tension beträgt 18 mm Hg. Nach etwa einem Jahr, Ende März 1955, war der Zustand fast unverändert, der Visus ein wenig, auf $\frac{1}{25}$ gebessert.

E p i k r i s e : Casuistisch weicht dieser neue Fall von Ophthalmomyiasis interna in seinem klinischen Verlauf nicht wesentlich von den bisher bekannt gewordenen ab. Auch hier blieb die Diagnose unklar, bis die Larve sichtbar wurde. Trotz Entfernung des Parasiten bleibt die Prognose zweifelhaft, um nicht zu sagen, schlecht, weil das Auge mit der schweren Komplikation einer Linsenluxation und wahrscheinlich auch mit unsichtbaren Schäden am hinteren Augenabschnitt behaftet ist.

Der Vater des Kindes, ein Volksschullehrer, gab uns eine sorgfältige Beschreibung des Biotops, die mit einer Skizze im entomologischen Teil (S. 167) wiedergegeben ist. Demnach liegt hier eine auffallend lange Latenzzeit zwischen der Eiablage und den ersten klinischen Krankheitszeichen am Auge vor. Der Augenarzt wird also in Zukunft, wenn er, vor allem bei Jugendlichen aus ländlicher Gegend, in der Dassel fliesen vorkommen, — eine Iridocyclitis, evtl. mit Subluxatio lentis, unklarer Aetiologie beobachtet, auch in den Wintermonaten daran denken müssen, daß es sich um diese parasitäre Erkrankung handeln kann.

Bei der entomologischen Bestimmung der von uns gefundenen Larve ergeben sich Abweichungen von den bisher bekannten pathogenen Arten der *Hypoderma*-Gruppe. Sie werden im zweiten, nun folgenden Teil, ausführlich mitgeteilt.

C. Entomologische Diagnose

Die Krankengeschichte und klinische Diagnose eines Myiasis-Falles lassen es stets wünschenswert erscheinen, eine entomologische Determination der pathogenen Insektenlarve durchzuführen, da jeder Krankheitsfall unsere Kenntnisse auf diesem Gebiet der medizinischen Entomologie erweitert. Zwar ist über Myiasis-Fälle des öfteren berichtet worden, doch sind die Berichte außerordentlich zerstreut in den verschiedensten (oft unzugänglichen) in- und ausländischen Zeitschriften, Lehrbüchern, Monographien u. dgl. Zum ändern sind viele

Berichte einer kritischen Überarbeitung zu unterziehen — vielleicht auch beispielsweise die Angaben von Suurküla (1942) über die Phoridae und Tachinidae (siehe später) — da nicht selten fehlerhafte Determinationen der krankheitserzeugenden Insektenlarven durchgeführt wurden. James (1947) weist in seiner seit langem fehlenden Monographie, die aber viele für uns fremde Arten behandelt, auf diesen Umstand mit besonderem Nachdruck hin. Freilich wirkte es sich erschwerend im Verlauf derartiger Untersuchungen aus, daß dabei die Ordnung der Zweiflügler (Diptera) im Larvenstadium durchaus nicht leicht anzusprechen war und heute noch manche Larvenformen sich nur bei Kombination verschiedener taxonomischer Merkmale als Entwicklungsstadien der Zweiflügler identifizieren lassen. Es ist daher auch nicht verwunderlich, daß manche schweren Krankheitserscheinungen im Altertum anderen Tiergruppen — etwa den Würmern — zur Last gelegt wurden, obwohl sicherlich Dipterenlarven die Erkrankungen hervorgerufen haben. Séguy (1938) widmet diesen Fällen ein recht interessantes Kapitel (vgl. auch Suurküla, 1942).

Aber auch aus anderen Gründen erscheint uns eine Einzeluntersuchung unter Einschluß von Angaben über die Differentialmerkmale der häufigsten pathogenen Arten mitteilungswert zu sein. Von allen Bearbeitern der Myiasis-Krankheitsfälle wird herausgestellt, daß die hier besonders interessierende Ophthalmomyiasis, häufig als „Myiasis oculi“ bezeichnet, nur eine Komplikation des Madenfraßes in der Nase und ihren Nebenhöhlen („Rhinomyiasis“) darstelle (vgl. James, 1947; Séguy, 1938 u. 1941). Oder Suurküla (1942) weist zumindest daraufhin, daß Dipterenlarven in den Tränensack auch aus der Nase durch den Tränennasengang gelangen können. Wieder andere Arten treten außer in der Nasenregion in den Ohren auf und sind damit die Erreger einer Otomyiasis. Wesentlich in dieser Hinsicht ist schließlich, daß sich selbst unter den fakultativen und akzidentellen pathogenen Dipterenarten (siehe S. 178) Formen finden, die bei ungestörter Tätigkeit ihre Eier oder Larven in mehreren Exemplaren gleichzeitig ablegen. Etwa bei schlafenden Menschen im Freien ist diese Möglichkeit ohne weiteres gegeben. Nach Feststellung einer Augen-Myiasis sind diese Tatsachen nicht außer acht zu lassen.

1. Dipterologische Einführung

Die Zweiflügler, gekennzeichnet durch häutige Vorderflügel, die nur selten fehlen, während die Hinterflügel zu „Schwingkölbchen“ („Halteren“) mit besonderen Funktionen umgebildet sind (Brauns, 1939 u. 1951), sind mit rund 60 000 bereits beschriebenen Arten als eine der größten Insektenordnungen über die ganze Erde verbreitet und bevölkern fast alle Lebensräume unseres Planeten (Brauns, 1949). Vom Standpunkt der medizini-

schen Entomologie aus gehören die Dipteren fraglos zu den sehr beachtenswerten Insekten. Viele von ihnen, etwa die haematophagen Culicidae (Stechmücken), Ceratopogonidae (Gnitzen) oder Tabanidae (Bremsen) sind Blutsauger im Imaginalstadium und können damit pathogene Organismen übertragen. Eine große Anzahl anderer Arten sucht Aas oder Exkremente zur Eiablage auf und kann von dort aus pathogene Organismen auf menschliche Speisen übertragen. Wieder andere Arten, die jedoch als adulte Formen Nicht-Blutsauger sind, suchen den Menschen selbst gelegentlich zur Eiablage auf; die Larven dieser Arten erzeugen dann die Erscheinung, die unter der Bezeichnung „Myiasis“ bekannt geworden ist.

a) Begriffsbestimmung

Bis in die neueste Zeit geht die Diskussion um eine eindeutige Begriffsbestimmung. Manche Autoren (u. a. Patton, 1921) wollten den Ausdruck „Myiasis“ auf alle Dipterenstadien ausgedehnt sehen, derart, daß gleichfalls die Eier, Puppen und Imagines, die sich auf oder im menschlichen Körper anfinden, erfaßt würden. Da jedoch die Larve den pathogenen Urheber und das aktive Stadium bezüglich der Myiasis darstellt, ist eine Erweiterung der Bezeichnung auf die nicht-aktiven Metamorphosestadien oder auf die mehrminder flüchtigen adulten Stadien überflüssig. Auch die Erscheinung des temporären Blutsaugens beim Menschen durch die Larven der Calliphoridae *Auchmeromyia luteola* Fabr. in den Eingeborenen-Hütten mancher Gegenden Afrikas (vgl. Martini, 1946) ist anderweitig unter den Dipteren nicht bekannt geworden und wird daher als eine Sondererscheinung betrachtet¹. Der Ausdruck „My[i]asis“ geht in seiner Definition schon auf Hope (1840) zurück, der vorgeschlagen hatte, damit das Auftreten von Zweiflüglerlarven in Geweben oder Organen des Menschen zu begrenzen.

James (1947) berichtet, daß zwar für derartige Larven-Invasionen von Kirby und Spence (1818) die Bezeichnung: „scolechiasis“ gebraucht sei. „Hope, however, proposed to limit that term to use in connection with lepidopterous larvae, and suggested the new terms ‚my[i]asis‘ and ‚canthariasis‘, the latter to refer to pathological conditions caused by the larvae of Coleoptera.“

Als Myiasis wird heute allein der stationäre Befall von Menschen (oder von Wirbeltieren) mit Fliegenlarven und die dadurch hervorgerufenen Störungen am lebenden Körper bezeichnet (vgl. auch Ségué, 1938).

¹ In der heimischen Fauna haben lediglich *Protocalliphora*-Arten diese Ernährungsweise aufgenommen; ihre Larven kommen aber nur in Vogelnestern vor. Bei der Rauchschnalbe fanden wir sie bisweilen so häufig, daß ganze Bruten durch diese Larvenformen, die unter den Flügeln der Jungvögel saugen und sich dann wieder im Nestmaterial verbergen, gefährdet sein können. Bau (1922) berichtet von dem Vorkommen von *Protocalliphora chrysorrhoea* Meig. (syn. *azurea* Fall.) bei Uferschnalben und von *Pr. sordida* Zett. bei Wiesenschnalzer, Graumäher, Haussperling und Rauchschnalbe (die Artangaben wurden nach der neueren Systematik angegeben).

b) *Formen der Myiasis*

Vom ärztlichen Standpunkt aus ist nach Martini (1946) Gutartigkeit und Bösartigkeit einer der wichtigsten Unterschiede. Er stellt daher der „oberflächlichen Myiasis“, die bösartig (malign) oder gutartig (benign) verlaufen kann, die „Myiasis der tieferen Schleimhäute“ gegenüber. Eine sehr ähnliche Einteilung gibt Neveu-Lemaire (1938); er unterscheidet vom klinischen Standpunkt aus Haut-, Körperhöhlen- und Magendarmkanalmyiasen (Myiase cutanée, myiase cavi-taire und myiase gastrointestinale). Hierbei wird wiederum analog zu anderen Erkrankungen unterschieden zwischen einer primären Myiasis (Befall gesunder Organe) und sekundärer Myiasis (Belarvung schon beschädigter oder ulzeröser Gewebe [vgl. Surkula, 1942]). Auch die Einteilung von Bishopp² u. a. (1926), die die befallenen Organe oder Körperteile berücksichtigt, mag dem praktischen Arzt günstig erscheinen. Den biologischen Gegebenheiten in der Bionomie der pathogenen Zweiflügelarten kommt jedoch jene Klassifikation näher, die von Patton (1921) vorgeschlagen und von James (1947) übernommen wurde. Dabei werden drei Gruppen unterschieden: α) die obligatorischen, β) die fakultativen und γ) die akzidentellen Myiasis-Erreger.

Da es sich bei der Ophthalmomyiasis nur um eine Erscheinungsform der allgemeinen Myiasis handelt, erleichtert diese Einteilung vor allem die Differentialdiagnose der in Frage kommenden Arten.

„The specific myiasis-producing Diptera“ schließen alle jene Arten ein, „whose larvae are found only in living tissues, the flies selecting a number of tissues or organs, or one particular organ, depending on the species, in which or near which to lay their eggs or deposit their larvae“. Hierzu gehören verhältnismäßig wenige, aber zweifellos die bedeutsamsten Myiasis-Erreger, bei denen die parasitischen Lebensgewohnheiten obligatorisch geworden sind. Im Vergleich zu jenen Arten, deren Eiablage eigentlich auf Aas oder Exkremente erfolgt und die damit nicht streng parasitisch in ihrer Lebensweise sind, erreichen die adulten Formen der obligatorischen Parasiten bei weitem nicht die Individuenzahlen jener necro- und coprophagen Arten. Bemerkenswert ist, daß Larven der obligatorischen Parasitengruppe sich gelegentlich in Wunden, aber niemals im Darmtraktus anfinden.

„The second, or semispecific, myiasis-producing group“ . . . , also die Gruppe der fakultativen Arten, „includes those flies which, though normally breeding in the bodies of dead animals, and even in vegetable matter, will occasionally lay their eggs, or deposit their larvae in the diseased tissues of man or animals“. Die Ei- oder Larvenablage wird mithin durch faulige Gerüche oder Absonderungen etwa eiteriger Art angeregt. Larven hierher gehöriger Arten können ihre Fraßtätigkeit auf absterbendes Gewebe beschränken, dringen aber andererseits auch tiefer in gesunde Gewebsschichten

² Die Veröffentlichung von Bishopp, Laake, Brundrett und Wells (1926) ist sonst mit gewisser Vorsicht zu benutzen, da sie über die Zahl der Larvenstadien mancher Arten falsche Angaben enthält (vgl. auch Hennig, 1952).

vor. Angehörige dieser Gruppe sind im allgemeinen von geringerer Bedeutung, können aber mitunter außerordentlich gefährlich werden.

Die akzidentellen Myiasis-Erreger finden als Larven nur zufällig ihren Weg in den menschlichen Körper; das zeigt sich schon daran, daß diese Gruppe das Hauptkontingent stellt zu jenen Arten, die als Larven in den Darm gelangen. Angehörige dieser Gruppe brüten in vielerlei Substanzen und geraten mit verdorbener Nahrung auf diese Weise auch einmal in den menschlichen Körper und vom Anus aus bisweilen in das Urogenitalsystem (etwa in die Vagina). Selten finden sich die Larven dieser Kategorie in Wunden oder in Höhlungen des Kopfes.

Die obligatorischen Formen können von den übrigen, nichtparasitären Arten scharf getrennt werden; nur die Frage der Wirtsspezifität spielt dabei eine Rolle. Die fakultativen und akzidentellen Arten können gegeneinander nicht so scharf abgegrenzt werden. Vor allem zeigt sich, daß Larvenformen der Muscidae (*Musca*-, *Muscina*- und *Fannia*-Arten) und Calliphoridae (gewisse *Sarcophaga*-Arten) eine ausgesprochene Zwischenstellung einnehmen können.

Unabhängig von dieser mehr ökologisch ausgerichteten Einteilung der Myiasis erzeugenden, pathogenen Dipterenarten verfolgt der Entomologe dann das weitere biologische Verhalten einer Zweiflüglerlarve nach einer Belarvung des Wirtskörpers oder speziell des Auges. Damit treffen sich die Interessen des Entomologen mit denen des Mediziners und des Ophthalmologen, für die vom klinischen Standpunkt aus die Wanderung der Larvenarten im Wirtskörper besonders wichtig ist. Suurküla (1942) weist zweifellos mit Recht darauf hin, daß manche Dipterenlarven bei der Wanderung durch den Tierkörper lange Strecken zurücklegen, ehe sie zur Reife kommen und ihn verlassen; „demnach ist offenbar Bewegung, Wanderung schon im Begriff der Myiasis als integraler Bestandteil enthalten“.

Bei der Erkrankung des Auges unterschied nun schon Behr (1920) beim Auftreten einer Ophthalmomyiasis zwei Erscheinungen: die *Ophthalmomyiasis externa*: Vorkommen der Zweiflüglerlarven im Bindehautsack, und die *Ophthalmomyiasis interna*: Vorkommen der Larven im Augennern.

Während die erste Erkrankung häufig auftritt, aber im allgemeinen gutartig verläuft, gehört die *Ophthalmomyiasis interna* zu den gefährlichen Augenkrankheiten. Tritt die Larve dabei in der Vorderkammer auf, sprach man von einer *Ophthalmomyiasis interna anterior*, findet sie sich hinter der Iris-Linsenscheidewand, von einer *Ophthalmomyiasis interna posterior*. Daß bei derartigen Erkrankungen, die naturgemäß niemals mit dem ersten Einsetzen der Krankheitserscheinungen im einzelnen verfolgt werden können, bei jeglichen, noch so geringfügig abweichenden Befunden von manchen Autoren Abänderungsvorschläge zu solchen systematischen

Einteilungen vorgebracht werden, liegt in der Natur der Sache. So äußert sich schon Suurküla (1942) zu dieser Frage, und jeder neue Befund fordert zu einer Stellungnahme in dieser Hinsicht auf, die jedoch nur der Mediziner geben kann (vgl. S. 130 u. 142).

Das gilt im einzelnen auch für die Erörterungen über die möglichen Invasionswege der Larven ins Auge, denen Suurküla (1942) in seiner Monographie — die James (1947) übrigens trotz sonstiger eingehender Berücksichtigung der einschlägigen Literatur nicht bekannt gewesen zu sein scheint — einen längeren Abschnitt widmet. Suurküla (1942) kommt nach Gegenüberstellung der bisherigen Beobachtungen zu dem Schluß, daß das Eindringen der Larven in den Bulbus auf direktem Wege aus der Umgebung des Auges *per continuitatem*, nicht auf dem Blutwege erfolgt. Wie Lindner (in litteris, 1954) halte ich es für ausgeschlossen, daß Dipteren-Larven mittels der Blutbahn ins Auge gelangen. James (1947) äußert sich bei *Hypoderma* nur kurz zur Frage des Invasionsweges; wir finden lediglich die Angabe, daß gelegentlich Erstlarven in das Auge eintreten, bisweilen durch den Sehnerv (pag. 107). Eine endgültige Beantwortung dieser Frage, die für die Diagnose einer Ophthalmomyiasis und für ihre Behandlungsweise von unschätzbarem Wert sein dürfte, ist freilich unseres Erachtens erst nach Analyse eines jeden einzelnen Falles und unter Vergleich sämtlicher Befunde gegeben.

c) Kennzeichnung der besonderen Zweiflügler-Bionomie

Der Mensch ist gleichermaßen durch seine Stellung wie durch seine Tätigkeit ein Glied der Lebensgemeinschaften (Biozöosen), mithin von Organisationen artverschiedener Organismen. Die Beziehungen zwischen den Gliedern einer Biozönose entspringen neben den Fortpflanzungs-, vor allem den Ernährungsverhältnissen, wobei unter diesen beiden Funktionskreisen der der Ernährung fast immer eine ausschlaggebende Rolle spielt, da ja bei der Sicherung der Art die ganze Brutfürsorge vorwiegend auf ernährungsbiologischer Grundlage basiert. Auch bei den Dipteren sind zweifellos *Nahrung* und *Fortpflanzung* die leitenden Momente bei den interspezifischen Beziehungen in den Lebensgemeinschaften (Brauns, 1949).

Die *Zeugungskraft*, also die Vermehrungsenergie, ist bei den Zweiflüglern beträchtlich und darf in diesem Zusammenhang nicht übersehen werden. Entgehen die Imagines den verschiedenen Sterblichkeitseinflüssen vor ihrer Eiablage, dann kann die Vermehrungsintensität beispielsweise bei der gewöhnlichen Hausfliege (*Musca domestica* Lin.), bei der die Entwicklung vom Ei bis zum Ausschlüpfen der Tochterimago unter günstigen Umweltfaktoren nicht länger als

7 oder 8 Tage beansprucht, theoretisch unvorstellbar sein. Obwohl im allgemeinen die Fliegenweibchen erst dann ihre Eier ablegen, wenn sie sicher sind, daß die Eier (bzw. die Larven) unverzüglich die zu ihrer Entwicklung günstigsten Bedingungen vorfinden, spielt bei der Eiablage die *A u ß e n t e m p e r a t u r* vielfach eine besondere Rolle. So findet die Eiablage etwa der Calliphoridae am hellen Tage statt, mit Vorliebe während eines Gewitters. Dabei werden die Eier für gewöhnlich in Gruppen von 10 bis 25 Stück abgelegt. Während anhaltender Hitzeperioden legen die Weibchen aber Eier ab, aus denen sofort die Larven ausschlüpfen, oder es tritt sogar Larviparie auf. Normalerweise erfolgt das Ausschlüpfen aus den *Calliphora*-Eiern erst zwischen der zweiten und vierten Stunde nach der Eiablage (vgl. S é g u y, 1938). Bei anderen Arten schlüpfen die Larven erst nach einigen Tagen; so wird bei der Muscide *Muscina stabulans* Fall., der gewöhnlichen Stallfliege, angegeben, daß das Ausschlüpfen zwischen dem 6. und 13. Tag nach der Eiablage stattfindet. Von *Muscina stabulans* sind vornehmlich Fälle einer Darm-Myiasis, nur einmal ein Fall einer Mund- und Nasen-Myiasis beschrieben worden. Bei der Eiablage gebärden sich legereife Weibchen oft in auffallender Weise, indem sie etwa den zur Eiablage ausersehenen Wirt oder dgl. immer wieder anfliegen. Umschwirrt mithin eine Fliege ein im Freien schlafendes Kind und hat unter Umständen eine Eiablage stattgefunden, dann können etwaige Beschwerden erst nach geraumer Zeit auftreten.

Die biologische Möglichkeit des Vorkommens von Dipterenlarven als Myiasis-Erreger ist aus der Ernährungsbiologie der aktiven Metamorphosestadien ohne weiteres abzuleiten. Als hochspezialisierte Organismen zeigen gerade die Zweiflüglerlarven — abgesehen von den adulten Stadien, bei denen schon die Unzahl der Vulgärnamen wie Stechmücken, Bremsen, Stuben-, Raupen-, Blumen-, Schmeiß- und Fleischfliegen u. dgl. mehr auf die recht unterschiedliche Lebensweise hinweisen — eine derart vielfältige Ernährungsbiologie, daß eine Unterbringung der einzelnen Typen in ein einigermaßen übersichtliches Schema über die Beziehungen der Larven zu den biotischen Umweltfaktoren unmöglich ist. Für die Zweiflügler insgesamt ist ein ubiquitäres Auftreten und eine weitgehende Polyphagie im larvalen Stadium charakteristisch (Brauns, 1949).

Greifen wir nur eine einzige Familie — etwa die der Ephydridae oder Salzfliegen — heraus. Außer der überwiegenden Mehrzahl, die wir als Larven in Blättern von Wasserpflanzen minierend antreffen, leben einige frei im Wasser zwischen den schwimmenden Pflanzen. Die Larven anderer Arten leben in Jauche, Schneckenleichen, ausfließenden Baumsäften, in Brack- und Salzwasser, im Schlamm, in Spinneneiern, im menschlichen Urin (auch

Myiasis-Fälle aus menschlichen Harnwegen sind gemeldet worden!), ja sogar im Petroleum. Selbst in den heißen Quellen Islands leben an seichten, schwachfließenden Stellen bei 53 bis 55° C Wassertemperatur die Larven einer Ephydriden-Art.

Die Polyphagie ist aber nun nicht allein unter verschiedenen Arten einer Familie verbreitet, sondern tritt nicht selten während des larvalen Stadiums der einzelnen Art auf. Diese Fähigkeit zum Nahrungswechsel läßt die Dipterenlarven daher biologisch gesehen für eine derart parasitische Lebensweise einer Myiasis von vornherein besonders geeignet erscheinen.

d) Taxonomisch verwertbare Merkmale einer Dipterenlarve

Trotz einer gewissen Vielgestaltigkeit der Zweiflüglerlarven lassen sich zum mindesten einige taxonomisch verwertbare Charaktermerkmale anführen, die die Determination der einzelnen Formen erleichtern (Brauns, 1954 u. 1955). Das Fehlen von Extremitäten kann nicht als Unterscheidungsmerkmal anderen Gruppen gegenüber gelten, denn diese Besonderheit finden wir bei vielen Insektenlarven anderer Ordnungen wieder. Der Habitus kann unter gewisser Berücksichtigung der Segmentierungsverhältnisse beim Ansprechen der einzelnen Arten wesentlich sein. Das wichtigste differentialdiagnostische Merkmal gegenüber anderen Insektenlarven und der einzelnen Formen untereinander ist dann aber der Kopfbau der Dipterenlarven. Von den „eucephalen“ Zweiflüglerlarven, bei denen eine vollständige chitinine Kopfkapsel erhalten ist, bis zu jenen sogenannten „acephalen“ Larvenformen (Abb. 15 B), denen ein äußeres Kopfskelett völlig fehlt, finden wir mannigfache Übergänge. Beträchtlichen Differentialwert hat weiterhin das Innenskelett des Larvenkopfes, dessen unterschiedliche Formbildung aus den zeichnerischen Darstellungen zu ersehen ist (vgl. etwa Abb. 10 C, D mit Abb. 12 E; 14 E und 15 C). Auch die Verteilung der Respirationsöffnungen (Abb. 6 A) und die Form dieser Stigmen (Abb. 3 D; 10 G, H; 15 D) spielen bei der Determination eine maßgebliche Rolle (Brauns, 1953 a). Von gleichem Wertigkeitsrang wie Kopfbau und Stigmenverteilung ist bei der Determination der Dipterenlarven schließlich die verschiedene Ausgestaltung des letzten Abdominalsegmentes (Abb. 10 E, F; 13 B, D).

Besonderen Schwierigkeiten begegnen wir bei der Ähnlichkeitsanalyse der frühen Metamorphosestadien, da die Artunterschiede bei den ersten Larvenstadien bei weitem noch nicht so ausgeprägt sein können (vgl. Abb. 3 A, B). Vor der ersten Häutung weisen die Larven gelegentlich ein durchaus anderes Cephalopharyngealskelett auf gegenüber den verpuppungsreifen Stadien; so lassen sich jüngere

Larvenstadien der Sarcophaginae am Cephalopharyngealskelett nicht ohne weiteres von den Erstlarven der Calliphorinae unterscheiden. Erst im späteren Alter zeigt sich hier ein deutliches Differentialmerkmal (Abb. 10 C, D).

e) Züchtung und Fixierung einer Dipterenlarve

Da bei der klinischen Behandlung einer etwaigen Myiasis in den weitaus meisten Fällen die ersten Larvenstadien zutage gefördert werden, liegt den Entomologen aus den soeben skizzierten Gründen sehr viel daran, möglichst eine erwachsene Larve zur Determination zu erhalten; oftmals wäre sogar eine Weiterzucht einer operativ entfernten Larve bis zum Vollkerf wünschenswert, um jede Irrtumsquelle auszuschalten. Aus der besonderen Bionomie der Dipteren und vor allem aus der Fähigkeit vieler Larven, in der Ernährungsweise zu wechseln, läßt sich aber folgern, daß es unter Umständen gelingen wird, aufgefundene Larven an ungekochten und ungesalzenen Fleischstückchen oder auf Substrat, das die trächtigen Weibchen für gewöhnlich zur Eiablage aufsuchen, in einem mit Gase abgeschirmten Petrischälchen weiterzuzüchten. Erst bei Undurchführbarkeit einer Zucht oder bei einer Verletzung der Larve während der Entfernung aus dem befallenen Organ möge sie fixiert werden in 60- oder 70%igem Alkohol. Eine Fixierung in einer 4%igen Formalinlösung härtet die Larve zu sehr und erschwert die weitere, nicht selten erforderliche Präparation. Stehen mehrere Larven zur Verfügung, ist es zweifellos günstig, ein Exemplar in kochendes Wasser zu werfen (aber anschließend nicht weiter zu erhitzen!). Im kochenden Wasser koaguliert das Eiweiß bei der Abtötung, läßt jedoch bisweilen die Stigmenverteilung in schwierigen Fällen deutlich werden; zumindest sind die Larven jetzt (fast normal) gestreckt. Zur Erkennung des Kopfbaues ist ein Abtrennen des Vorderendes und ein kurzes, mehrmaliges Aufkochen in 4%iger Kalilauge manchmal nicht zu umgehen.

f) Skizze der systematischen Klassifikation

Die Einordnung der verschiedenen Zweiflüglerformen in ein System nimmt vornehmlich Bezug auf die Imaginal-Morphologie oder berücksichtigt die unterschiedliche Schlüpfweise aus der pupalen Haut. Die erste Unterordnung der Diptera nematocera (Mücken), der „langfühlerigen Spaltschlüpfer“, bei denen während des Schlüpfaktes der Imago die Puppenhaut in einem Längsspalt aufspringt und deren Imaginal-Fühler aus zahlreichen homonom geformten Geißelgliedern besteht, enthält nur akzidentelle Myiasis-Erreger, die gelegentlich im Darmtraktus des Menschen aufzufinden sind. Die zweite, umfangreichere Unterordnung der Diptera brachycera (Fliegen) wird in zwei Kohorten³ unterteilt, in die Orthorrhapha oder „kurzfühlerigen Spalt-

³ Die Beibehaltung dieser systematischen Einteilung trotz neuerer Einwände hat Brauns im Larvenband (1954) begründet (pag. 155).

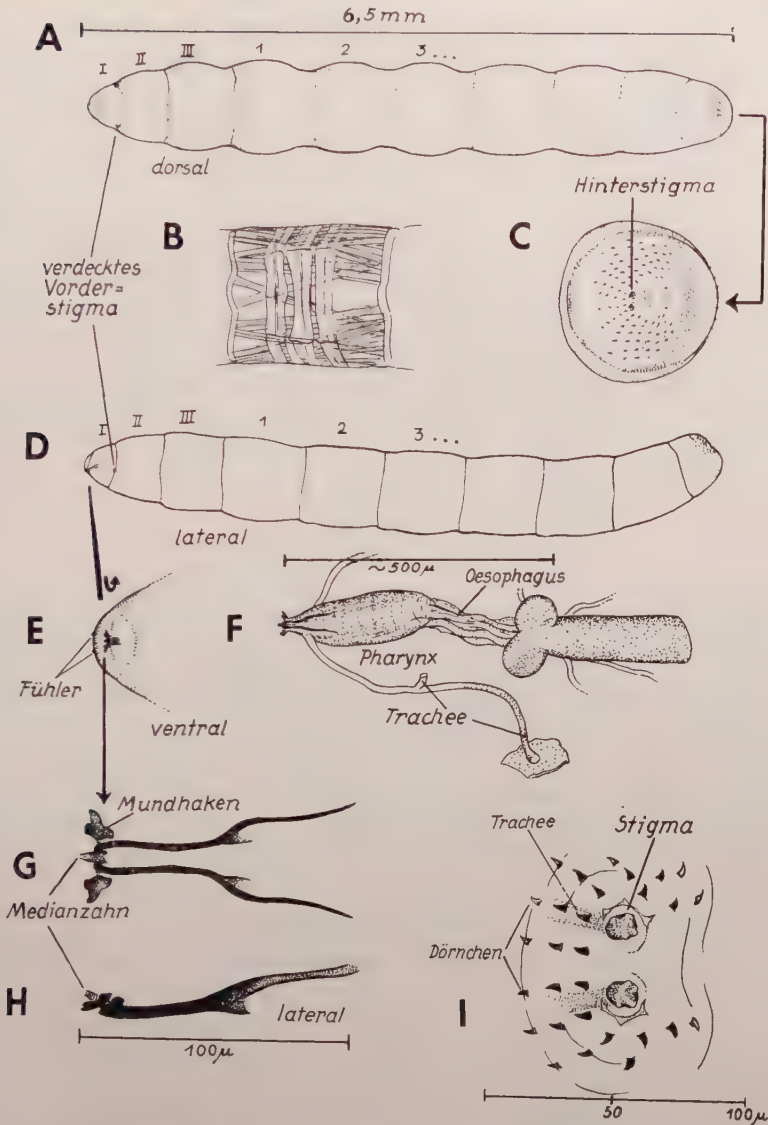


Abb. 2. Oestridae: *Hypoderma* spec.; Erstlarve aus Münster. — Orig. — A: Habitusbild einer noch nicht ausgewachsenen Larve; I, II, III: thorakale Segmente; 1, 2, 3 die ersten drei abdominalen Segmente (auch in den folgenden Abbildungen diese Bezeichnungsweise). — B: ein Abdominalsegment mit Muskelverlauf in dorsaler Ansicht vergrößert; etwas schematisch. — C: Caudalansicht des letzten Abdominalringes, vergrößert. — D: Seitenansicht, E: vergrößerte Bauchansicht des Vorderendes der Larve. — F: Vorderer Ernährungsstraktus der Larve mit Tracheenverlauf, um gleichzeitig die Lage des verdeckten Prothorakalstigmas zu zeigen; mikrosk. Präparat. — G, H: Cephalopharyngealskelett der Erstlarve. — I: vergrößerter Ausschnitt aus C; mikroskop. Präparat.

schlüpfer“ und in die Cyclorrhapha oder „Deckelschlüpfer“. Dieser letzten Kohorte, bei der die schlüpfende Imago die zum „Puparium“ umgebildete letzte Larvenhaut im allgemeinen durch Absprengen eines kreisförmigen Deckels sprengt, stellt das Hauptkontingent zu den obligatorischen, fakultativen und akzidentellen Myiasis-Erregern, unter denen besonders die eng miteinander verwandten Muscidae, Calliphoridae und Oestridae hervortreten.

2. Untersuchungsbefund der Larve aus Münster

Der Differentialdiagnose der häufigsten Erreger einer Augen-, Nasen- und Ohr-Myiasis seien die morphologische Beschreibung, die Bionomie und die pathogene Bedeutung der Hautdassel-Fliegenlarve aus Münster vorangestellt, da die entomologische Diagnose die Zugehörigkeit des aufgefundenen pathogenen Larvenstadiums zu dieser Gruppe ergab.

Aus der *Hypoderma*-Gruppe („Hautdasseln“) der Oestridae⁴ kommen im heimischen Faunengebiet drei Arten vor, die bisher als Myiasis-Erreger aufgetreten sind:

Hypoderma bovis Linné

Hypoderma diana Brauer

Hypoderma lineatum de Villers⁵,

von denen nur *diana* auf Zentral- und Südeuropa beschränkt ist, während die beiden anderen Arten außer in der paläarktischen Region, auch in anderen geographischen Regionen auftreten oder zumindest eingeschleppt werden. Die vierte einheimische Art, die Hirschdasselfliege (*Hypoderma actaeon* Brauer) ist als Myiasis-Erreger noch nicht festgestellt worden. Bei der Ähnlichkeitsanalyse zeigte sich aber, daß die aufgefundene Larve mit Sicherheit keiner dieser Arten zugeordnet werden kann. Die Larve aus Münster wird daher im folgenden geführt unter:

Hypoderma spec.

Kennzeichen des ersten Larvenstadiums (Abb. 2): Bei der vorliegenden Larve handelt es sich nach den vergleichenden Untersuchungen, die wir durchführten, zweifellos um das erste larvale Metamorphosestadium. — **Habitus**: typische Madenform mit deutlichen Segmentinzisuren, von zylindrischer Gestalt, am Vorderende⁶ jedoch konisch. Da die *Hypoderma*-Larve systematisch zu den Cyclorrhapha gehört, sind außer der undeutlichen Kopffregion 3 Thorakal- und 8 Abdominalsegmente zu er-

⁴ Über die systematische Einteilung der Oestridae usw. siehe später die Angaben bei der differentialdiagnostischen Übersicht (S. 171).

⁵ oder *H. lineata* de Villers. „Ob man *Hypoderma* der Ableitung gemäß als Neutrum, oder, weil der Name ein selbstgeschaffenes Wort ist, der Endung gemäß als Femininum betrachten soll, darüber gehen die Anschauungen auseinander“ (Bau, 1922).

⁶ In sämtlichen Abbildungen ist der Larvenkopf bei dorsaler oder lateraler Ansicht nach links orientiert.

warten; hier wie häufig bei den verschiedensten Larvenformen hat am Hinterende offensichtlich eine Verschmelzung der beiden letzten abdominalen Segmente stattgefunden; eine Kontur am letzten Abdominalring deutet darauf hin (Abb. 2 C). Auffallend ist die äußerst geringe Bedornung; dorsal finden sich winzige Dornen am Vorderrande des 2. und 3. thorakalen und 1. abdominalen Segments in mehrminder geschlossenem Feld und am 2. Abdominalsegment nur noch an den Seiten gehäuft (Abb. 2 A). Schließlich zeigt der letzte Abdominalring eine charakteristische Anordnung von Dörnchen (Abb. 2 C, I), die schon

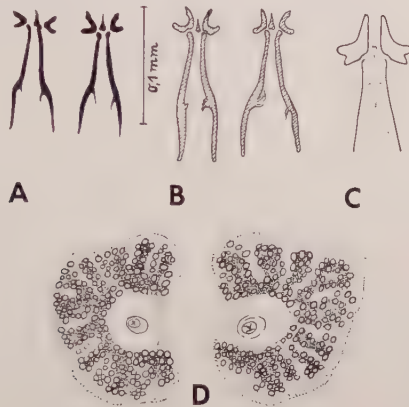


Abb. 3. Oestridae: Differentialdiagnose der drei mitteleuropäischen *Hypoderma*-Arten, die bisher als Erreger einer Ophthalmomyiasis aufgetreten sind; Ausbildungsform des Cephalopharyngealskelettes, besonders der Mundhaken: A: bei *Hypoderma bovis* L., B: bei *H. lineatum* de Villers; gez. nach Eichler (1941 b), geringfügig verändert. C: bei *H. diana* Brauer (vergrößert), gez. nach Schmid (1939) aus James (1947). — Hinterstigmata der reifen Larve von *H. lineatum*: D; gez. nach Natvig (1937).

neben einer sonstigen verdunkelten Zeichnung bei schwacher Vergrößerung erkennbar ist (Abb. 2 D). — Körperlänge: 6,5 mm. Eichler (1941 a u. b) spricht bei Erstlarven der oben genannten Arten von etwa 12 mm Körperlänge, betont aber in der Bestimmungstabelle, daß die Größe recht variabel sei; bei der Larve aus Münster handelt es sich offensichtlich um eine noch nicht ausgewachsene Erstlarve. — Farbe: der lebenden Erstlarve wird bei den mitteleuropäischen Dasselfliegenarten mit „reinweiß“ angegeben; fixierte Exemplare zeigen vielfach beträchtliche Verfärbungserscheinungen. — Kopfbau: typisch „acephal“; diese Bezeichnung trifft zwar nicht die eigentlichen Verhältnisse. Die Larve ist nicht „kopflös“; es hat bei den Larven der höheren Dipteren lediglich eine Rückbildung der äußeren Kopfkapsel eingesetzt

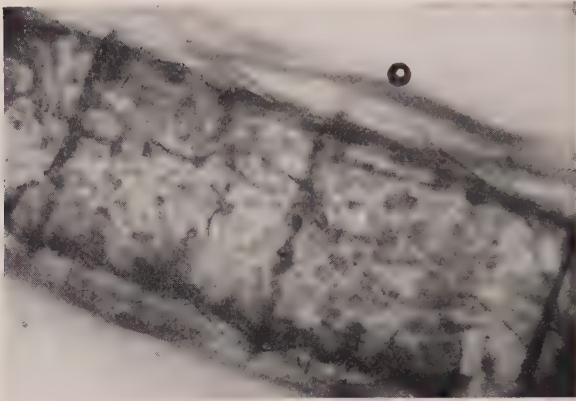


Abb. 4. Oestridae: *Hypoderma* spec.; Erstlarve (aus Münster). — Original-Photographie mit dem Phasenkontrast-Mikroskop, fec. Dr. Dr. H. Krümmel. — Auf der Abbildung sind zwei Abdominal-segmente in Dorsalansicht zu erkennen; außerdem deutlich sichtbar: Kontur der Segmentinzisuren, Pleuralmuskeln, in der Tiefe die Fettkörperzellen.

und gleichzeitig findet im Extremfall der Reduktion ein Einwachsen des Kopfbezirktes in das Vorderende der Larve statt, so daß eine Vorverlegung der Verwachsungsgrenze zwischen dem Prothorax-Vorderrand und der früheren Kopfkapsel erfolgt (vgl. dazu auch Abb. 15 B u. 16 C). Die bei der *Hypoderma*-Erstlarve äußerst winzigen Fühler (Abb. 2 E)

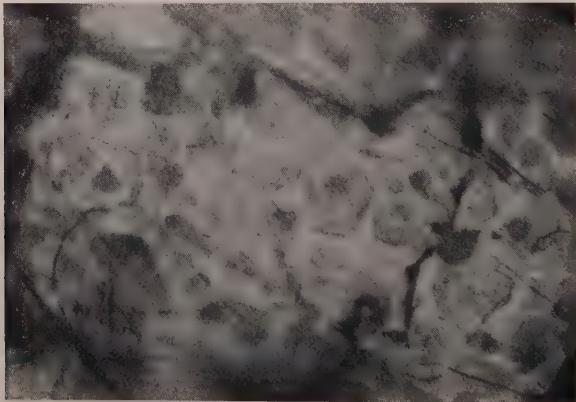


Abb. 5. Oestridae: *Hypoderma* spec.; Erstlarve (aus Münster). — Original-Photographie mit dem Phasenkontrast-Mikroskop, fec. Dr. Dr. H. Krümmel. — Vergrößerter Ausschnitt aus Abbildung 4 zur Demonstration der großlappigen Fettkörperzellen mit ihren ebenfalls großen Kernen.

sind mithin an der Vorderfront des prothorakalen Segmentes gelegen. Bei schwacher Vergrößerung des Vorderendes (Abb. 2 E) werden 5 mehrminder deutliche Spitzchen eines Schlundgerüsts sichtbar. Vergrößert man diese ventrale Region unter dem Mikroskop, lassen sich die einzelnen Teile des charakteristischen Cephalopharyngealskeletts der Erstlarve analysieren (Abb. 2 G, H): neben dem unpaaren Medianzahn, der nach Hennig (1952) als Derivat des Labrums (der Oberlippe) zu deuten ist, werden die auch bei den Erstlarven der Calliphoridae vorkommenden, paarigen Mundhaken (mit angeheftetem, nagelförmigem Sklerit) und die beiden geschwungenen, recht schlanken, nach hinten verlaufenden Fortsätze des Schlundgerüsts sichtbar. Bei der Betrachtung des Cephalopharyngealskeletts bei den Larvenformen der hochentwickelten Cyclorrhapha läßt sich eine gewisse Ähnlichkeit nicht abstreiten (vgl. Abb. 2 H mit Abb. 13 C oder auch mit 15 A). Das Cephalopharyngealskelett spielt taxonomisch eine besondere Rolle. — **Respirationssystem:** amphipneustisch, d. h. außer paarigen Vorderstigmata am Prothorax sind am Abdomenende ebenfalls paarige Hinterstigmata vorhanden. Allerdings ist das Prothorakalstigma bei der Erstlarve tief eingezogen und von außen nicht sichtbar. Dies läßt sich bei einer anatomischen Präparation des Larvenvorderendes demonstrieren (Abb. 2 F): die Lage des Vorderstigmatas ist durch ein Stückchen Larvenhaut gekennzeichnet; von dort läuft eine Trachee zum kräftig-muskulösen Pharynx und mündet nahe dem Cephalopharyngealskelett. Auf halbem Wege wird nach hinten jederseits ein Tracheenästchen abgegeben. Auf den Pharynx folgen caudalwärts übrigens der wesentlich dünnere Oesophagus und die weiteren Abschnitte des Darmtrakts. Die Schlingen der Malpighischen Gefäße reichen bis in diese Region. Die Hinterstigmata sind bei der Erstlarve einfache Öffnungen der Trachee, von einer halbkreisförmigen, bedornten Falte umgeben und inmitten der regelmäßig angeordneten Dörnchenreihen als stärker pigmentierte Punkte erkennbar (vgl. Abb. 2 C und I). — Aus der inneren Anatomie bemerkenswert sind bei der Erstlarve die Anordnung der segmentalen Muskulatur und die auffallend starke Entwicklung des Fettkörpers. Die larvale Muskulatur (Abb. 2 B) zeichnet sich durch verhältnismäßig große Einheitlichkeit in allen Segmenten aus und läßt eine große Anzahl einzelner Muskelstränge erkennen, unter denen die dorsalen und ventralen Längsmuskeln trotz gut entwickelter Pleuramuskeln bei weitem überwiegen. Der Fettkörper ist bei den Larven naturgemäß bedeutend umfangreicher als bei den Imagines. Er füllt fast den gesamten Larvenkörper aus. Auf den Fotos, die mit dem Phasenkonstrastmikroskop angefertigt wurden, sind die Fettkörperzellen mit den großen Kernen ausgezeichnet sichtbar geworden (Abb. 4 und 5).

Kennzeichen älterer Larvenstadien: Die Zweit- und Drittlarven der *Hypoderma*-Arten zeigen wesentlich andere Merkmale. Die hauptsächlichsten Unterschiede seien an der Rehdasselfliege *Hypoderma diana* Brauer (Abb. 6) kurz näher erläutert. — **Habitus:** gedungen, fast tonnenförmig. Am Larvenkörper finden sich ausgeprägte Dornengarnituren bzw. Dornenfelder. Da fälschlicherweise die gekrümmte Seite vielfach für die Dorsalseite gehalten wird, sei ausdrücklich vermerkt: unterseits konvex gekrümmt, oberseits flach oder schwach gekrümmt (Abb. 6 A). — **Kopfbau:** Nach der ersten Larvalhäutung

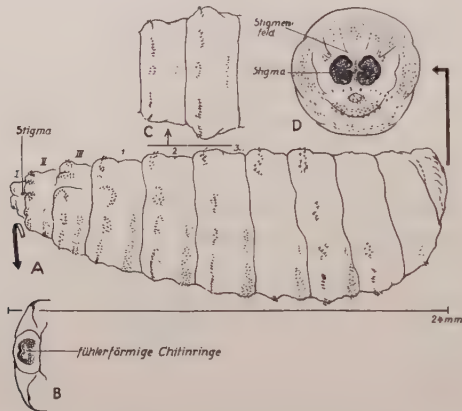


Abb. 6. Oestridae: *Hypoderma diana* Brauer; Drittlarve. — Gez. nach Brauns (1954). — A. Habitusbild, lateral; B: Vorderende, ventral; C: Dorsalansicht einiger Abdominalsegmente; D: Caudalansicht der Hinterstigmatalplatte.

sind die Mundhaken zu föhlerförmigen Chitinringen reduziert (Abb. 6 B). — **Respirationssystem:** Hinterstigmata in charakteristischen Stigmatalplatten angeordnet (Abb. 6 D); es sind keine getrennten Stigmata-schlitz (vgl. Abb. 15 D) vorhanden, sondern jede Stigmatalplatte trägt zahlreiche porenartige Öffnungen (vgl. Abb. 3 D).

Differentialdiagnose der einzelnen *Hypoderma*-Arten: in den zeichnerischen Darstellungen gegeben (Abb. 2 G und 3 A bis C); allen mitteleuropäischen Arten gegenüber, die als Erreger einer Ophthalmomyiasis bisher festgestellt worden sind, ist eine andersartige Gestalt der Mundhaken bei der Erstlarve aus Münster festzustellen.

Eichler (1941 b) führt für die Erstlarve von *Hypoderma bovis* folgende Merkmale an: „Die beiden Schenkel der Mundhaken stoßen wie die beiden Schenkel eines Winkels aufeinander, so daß die Außenkontur der Mundhakenschenkel, also ihre der Schlundachse zugekehrten Ränder, eckig-winkelig wird.“ Vielfach ist die vordere Mundhakenspitze zweigeteilt, aber auch

hierin zeigt sich eine Variabilität in der Ausbildungsform (Abb. 3 A); Eichler führt dies z. T. auf die Abnutzung während des Wanderweges der Larve im Wirtskörper zurück. — Für die Erstlarve von *Hypoderma lineatum* werden folgende Merkmale angegeben: „Die beiden Schenkel der Mundhaken stoßen nicht winkelig aufeinander, sondern gehen ausgeglichen ineinander über.“ Die Außenkontur der Mundhakenschenkel, mithin die der Schlundachse zugekehrten Ränder, ist mehr oder weniger bogenförmig (Abb. 3 B). Außerordentlich wichtig sind die diesbezüglichen Angaben über die Ausbildung eines Hakens an den Mundhaken. Die vordere Spitze der Mundhaken ist nach Eichler häufig einspitzig, aber regelmäßig gestreckt ausgezogen, wobei der Mundhaken meist gerade oder schwach gekrümmt ausläuft. „In vielen anderen Fällen jedoch liegt rückwärtig von dieser Spitze (wenigstens bei einem der beiden Mundhaken) an der Innenseite noch ein Haken. Die dann zwischen diesem Haken und der vorderen Schenkelspitze verlaufende Linie ist einfach gekrümmt, häufig ein kreisrunder Bogen. Gelegentlich kann allerdings der Haken so stark ausgeprägt und so weit nach vorne gerückt sein, daß das Bild einer zweiteiligen Spitze entsteht. Auch dann aber ist der zwischen diesen beiden Spitzen in der Gabelung liegende Winkel meist deutlich gebogen.“

Da vorwiegend (wie im Abschnitt über die pathogene Bedeutung der *Hypoderma*-Arten noch zu sagen sein wird) *Hypoderma lineatum* im menschlichen Auge aufgefunden wurde, liegt es nahe, die Larve aus Münster besonders mit dieser Larvenform zu vergleichen. Im mikroskopischen Bild ist aber eine Ausbildungsform der Mundhaken, wie sie in Abbildung 3 B gezeigt wird, nicht wiederzuerkennen (vgl. Abb. 2 G). — Schließlich läßt die Erstlarve von *Hypoderma diana* eine Gabelung an dem caudalen Ende der Mundhaken erkennen (Abb. 3 C); eine Zugehörigkeit zu dieser Art für die Larve aus Münster ist mithin auch nicht gegeben. Da die untersuchte Erstlarve nach der operativen Entfernung aus dem Auge des Kindes sofort fixiert wurde, konnte der Versuch zur Zucht der Imago zur Klärung der Artzugehörigkeit leider nicht erfolgen.

Bionomie: Die Larven der Dasselfliegen werden häufig (besonders von Jägern) mit dem Vulgärnamen „Haut-Engerlinge“ belegt; sie erzeugen furunkulöse Geschwüre, die sogenannten „Dasselbeulen“, die an den Befallstellen die Haare auseinandertreiben und dadurch das struppige Aussehen der befallenen Stücke verursachen. — Regelmäßiger Wirt für *bovis* und *lineatum* ist das Rind, für *diana* das Rehwild. Die Rehdasselfliege ist jedoch auch bei Rot- und Elchwild beobachtet worden. — Die Imagines haben ein auffallend hummelartiges Aussehen (vgl. Abb. 7). Die Flugzeit der einzelnen Arten ist unterschiedlich, fällt aber zumeist in die Monate Mai/Juni bis August. Lindner (1948) gibt für die beiden Weidetier-Parasiten an, daß sie sich als Imagines in ihrer Erscheinungszeit ablösen; dies kann damit bis zu einem gewissen Grade sogar als differentialdiagnostisches Merkmal gewertet werden. *Hypo-*



Abb. 7. Oestridae: *Hypoderma lineatum* de Villers: erwachsenes Weibchen; Länge etwa 12 mm. Zeichnung mithin etwa dreimal vergrößert. — Gez. in Anlehnung an J a m e s (1947), aber geringfügig verändert.

derma lineatum fliegt nach Lindner vom Mai bis Juli, während *Hypoderma bovis* im April bis Mai auftritt. Die Weibchen kann man an den Standorten ihrer Wirtstiere, etwa auf Umzäunungen — im Wirtschaftswald auf den Wildwechseln oder auf Baumstämmen — mit hochauferichtetem Vorderkörper „lauernd“ beobachten. Die Eiablage erfolgt an die Haare des Wirtstieres. Durch den leisen Kitzel, den die Eiablage an den Haaren bedingt (vgl. Bergmann, 1916 u. 1919) und durch das Summen der Dasselfliegen werden die Wirtstiere in Aufregung versetzt und durch dieses „Biesen“ wird oft eine ganze Herde zu wilder Flucht gebracht. Das Fliegenweibchen verfügt über eine vorstreckbare Legeröhre. Die zumeist etwas über 1 mm langen Eier enthalten schon eine ausgebildete Larve. Ségu y (1938) gibt an, daß das Auskriechen der Eilarven durch das Lecken des Wirtstieres verursacht wird. Begünstigt im Festklammern durch die bei den Erstlarven noch vorkommenden Mundhaken gelangen die auskriechenden Larven unter die Schleimhaut des Maules und wandern dann durch das Unterhautzellgewebe (vielfach entlang den Nervensträngen) bis zum Rücken und setzen sich hier längs der Wirbelsäule unter der Haut fest. Eichler (1941 b) dagegen erklärt, daß sich die aus den Eiern ge-

schlüpfen Larven der beiden Arten *Hypoderma bovis* und *lineatum* am Ort der Eiablage direkt in die Haut einzubohren vermögen. Nach dem gleichen Autor wandern die Erstlarven von *Hypoderma bovis* über den Wirbelkanal, ohne im allgemeinen den Schlund aufzusuchen; die Erstlarven von *Hypoderma lineatum* wandern über den Schlund, ohne den Wirbelkanal aufzusuchen, so daß auch in der Wahl der Wanderwege im Wirtskörper die beiden Arten auseinander zu halten sind. — Nach der ersten Häutung bildet sich um die Zweitlarve ein Bindegewebssack und am Hinterende der Larve findet ein Durchbruch nach außen statt. Durch diese Öffnung steckt die Larve ihr Stigmenfeld nach

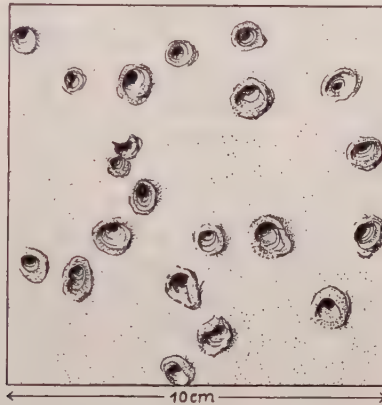


Abb. 8. Rothirschdecke mit Befall der Larven von *Hypoderma actaeon* Brauer (Oestridae). — Aufsicht auf die Innenseite der Decke mit den Öffnungen der Dasselbeulen. — Orig.

außen zur Atmung vor. In diesem Zustande ist das Stück Wild gestreckt, aus dessen Decke die Abbildung 8 einen maßgetreuen Ausschnitt bringt. In den Wandungen des Bindegewebssackes treten übrigens noch kleinere Blutergüsse und eitrig-eitrige Exsudate auf. — Das erste Larvalstadium, das Wanderstadium, hält etwa bei Wild bis acht Monate an, das zweite Stadium dauert wahrscheinlich nur vier Wochen, das dritte Stadium schließlich zwei bis drei Monate. — Im Frühjahr verlassen die reifen Larven die Dasselbeulen, indem sie sich aus der Öffnung herauszwängen und verpuppen sich in den Bodenschichten (vgl. Brauns, 1954 u. 1955).

Pathogene Bedeutung: Fälle des Vorkommens von Dassellarven beim Menschen werden des öfteren berichtet (u. a. von Bau, 1922; Galli-Valerio, 1939; Natvig, 1935 und Smart, 1939). Brumpt und Neveu-Lemaire (1942) weisen in ihrem praktischen Leitfaden der

Parasitologie des Menschen daraufhin, daß die Larven der Dassel-fliegen beim Menschen ebenfalls eine Haut-Myiasis hervorrufen können, die aber je nach der Artzugehörigkeit und dem Alter der Metamorphosestadien verschiedene klinische Formen annehmen. Ségu y (1938) betont in seiner Monographie, daß die *Hypoderma*-Larven in der Haut des Menschen in Norwegen und im nördlichen Rußland häufiger als in anderen europäischen Ländern beobachtet werden. Die Larven können sich mehrere Monate unter der Haut bewegen, mehrere wieder verschwindende Beulen erzeugen und beenden die Serie von Geschwüren an einer beliebigen Stelle, an der sie anhalten und sich entfernen; diese Stelle ist zumeist recht umfangreich. Dadurch werden langandauernde Beschwerden, Fieber, Drüsenschwellungen und Eosinophilie hervorgerufen (Müller, 1950). Niemals ist aber bisher festgestellt, daß sich die *Hypoderma*-Larven beim Menschen bis zum verpuppungsreifen Stadium entwickeln. Man nimmt wohl mit Recht an, daß diese frühzeitige Ausstoßung und die zahlreichen Gänge unter der Haut daher stammen, weil der Mensch für den Parasiten nicht artspezifisch ist. — Die Larven trifft man im übrigen vornehmlich bei Personen, oft bei Kindern, an, die das Vieh hüten oder zu beaufsichtigen haben. Ségu y berichtet, daß die Norweger sich angewöhnt haben, dort einen Reifen oder einen Ring auf das vom Parasiten hervorgerufene Geschwür zu legen, wo dieses in der Nähe eines Knochens auftritt; damit soll das Umherirren der Larven unter der Haut verhindert werden. Während es sich in den meisten Fällen um *Hypoderma bovis* und *lineatum* handelte, berichtet Bau (1922) von dem Auftreten von *Hypoderma diana* bei einem Mädchen; es konnten in diesem Falle neun Larven aus den äußeren Geschlechtsteilen extrahiert werden, von denen zwei bis zur Entwicklung der Imago gebracht wurden.

Besonders häufig nach Eichler (1941 a), in etwa 20 Fällen bei Kindern nach Müller (1950) wurden *Hypoderma*-Erstlarven im Auge gefunden; Eichler glaubt diese Beobachtungstatsache vielleicht in erster Linie auf die Empfindlichkeit des Auges zurückführen zu können. Obwohl diese Fälle im Schrifttum zumeist *bovis* als Krankheitserreger anführen, machten weitere Untersuchungen es nach Eichler wahrscheinlich, daß es sich doch vorwiegend um *lineatum* handelte. Soweit ist der Krankheitsfall von Münster nicht besonders auffällig. Trotzdem ist dieser Fall bedeutungsvoll vom klinischen und entomologischen Standpunkt aus:

1. Der Fall aus Münster zeigt die sehr ernste Form des Auftretens;
2. die Larve aus Münster läßt sich nicht identifizieren mit jenen Larvenformen, die bisher im Auge des Menschen aufgefunden worden sind;

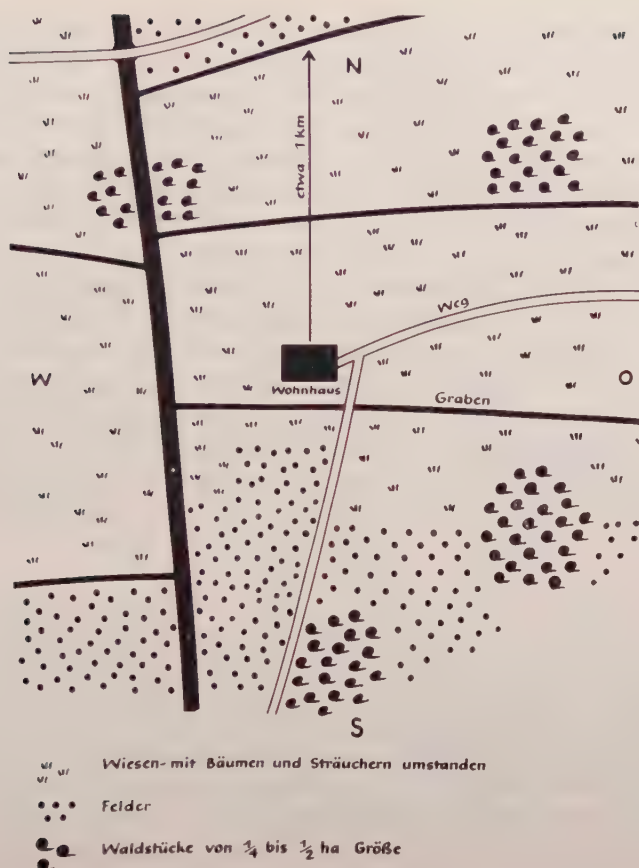


Abb. 9. Skizze der Umweltverhältnisse des Kindes aus Wittekinds-hof, Krs. Minden/Westf., in dessen Auge die *Hypoderma* spec. - Erstarve aufgefunden wurde.

3. bemerkenswert ist das anscheinend späte Auftreten eines legereifen *Hypoderma*-Weibchens oder aber die Larve hat längere Latenzzeiten in ihrer Entwicklung absolviert, ehe ernstere intraokuläre Erscheinungen auftraten. Naheliegend ist jedoch auch eine andere Erklärungsmöglichkeit für das späte Auftreten von Krankheitserscheinungen am Auge. Die Belarung des Kindes kann weit entfernt von der Augen-egend erfolgt sein⁷, und die Larve hat die Inkubationszeit für die Wanderung vom Ablageort bis zum Auge benötigt. Das Kind lebte vom

⁷ Schmitz machte uns liebenswürdigerweise (in litteris, 1954) auf eine Stelle in „Insect Life“, Vol. II, Washington 1889—1890, pag. 239 aufmerksam, nach der eine *Hypoderma*-Larve „travelled from the elbow to the eye in the space of five months“.

15. Oktober 1953 ab in einem Lebensraum am Südhang des Wiehengebirges, wo das Vieh nach den Angaben des Vaters größtenteils in den Stallungen lebt, während es dort Weiden kaum gibt. Vor dem 15. Oktober lebte das Kind jedoch in einem Ort im nördlichen Teil des Kreises Lübbecke i. Westf. auf einem Bauernhofe, der inmitten von Wiesen und Weiden gelegen ist (vgl. Abb. 9) und wurde oft auf die Weiden zum Melken der Kühe mitgenommen. Die Wiesen sind von Entwässerungsgräben durchzogen und von Erlen, Pappeln, Birken und Weiden umstanden. Dieser Biotop kann als charakteristischer Lebensraum der *Hypoderma*-Arten angesprochen werden. Auch Suurküla (1942) stellt in seinem Kapitel über die Ophthalmomyiasen nach der geographischen Verbreitung fest, „daß *Hypoderma* in der Nähe größerer Wasserbecken besonders häufig den Menschen angeht“. Interessant in diesem Zusammenhange ist die Mitteilung von Séguy (1938), daß gerade die Weibchen vieler Myiasis-Erreger vor der Eiablage ein ausgesprochenes Durstgefühl an den Tag legen und überall Wasser trinken, wo sie es nur finden.

3. Differentialdiagnose der häufigsten Erreger einer Ophthalmo-, Rhino- und Oto-Myiasis im mitteleuropäischen Raum

Die Fälle des Auftretens einer Ophthalmomyiasis entgehen vielfach der ärztlichen Beobachtung, weil etwaigen Beschwerden nicht die nötige Beachtung von Seiten des Patienten geschenkt wird oder weil bei Befall durch gewisse Arten eine schnelle Heilung erfolgt — die Larven sterben bald, ohne ernstere Schäden anzurichten. Die Larven verschwinden, weil der Mensch nicht artspezifisch für sie ist, nicht etwa deswegen, weil es dem Patienten gelungen ist, eine Entzündung durch ein Augenbad (mit Borwasser usw.) zu beheben.

Gerade gegen Chemikalien können Dipterenlarven unglaublich widerstandsfähig sein; diese Erscheinung läßt sich aus der besonderen Bionomie der Dipteren ableiten. Aus den umfassenden Angaben von Alessandrini (1909), die den Zweck verfolgten, nachzuweisen, daß *Piophil casei*-Larven von Verdauungssäften nicht angegriffen würden, seien nur die Aufenthaltszeiten bis zur Abtötung von Larven in einigen angewandten Chemikalien aufgeführt: reine Essigsäure (mehr als 1½ Stunden) — Essigäther (¾ Stunden) — Formol (48 Stunden) — Petroleum (30 Stunden) — konz. Kalilauge (20 Minuten) usf.

Andererseits tritt aber selten die oculäre Myiasis isoliert auf, wie anfangs schon betont wurde, sondern sie zeigt sich häufig zumindest als eine Komplikation der nasalen Myiasis. Die Larven gelangen dabei durch die sphenoidalen Spalten in die Augenhöhle. Und gerade diese Arten verursachen die weitaus gefährlichsten Schäden. Schließlich

treten manche Parasitenformen der Nase und ihrer Nebenhöhlen gleichermaßen im Ohr des Menschen auf. Eine Skizze der Differentialdiagnose der in dieser Hinsicht beachtenswerten Arten für den Facharzt und für den Entomologen möge dazu beitragen, die besondere Aufmerksamkeit auf das Vorkommen und auf eine Analyse der Häufigkeit dieser Krankheitserscheinungen zu lenken. Dabei wird für die Differentialdiagnose der Larve als des aktiven Stadiums besondere Sorgfalt auf die zeichnerischen Darstellungen der unterschiedlichen Kennzeichen gelegt, da selbst nach den Abbildungen aus neueren Veröffentlichungen die einzelnen Formen schwerlich anzusprechen sein dürften (beispielsweise bei Suurküla [1942] die *Hypoderma*-Larve in der Abb. 10 oder die für einen Nicht-Entomologen durchaus nicht sofort erkennbaren Unterschiede zwischen einer *Sarcophaga*-Larve [Abb. 1] und einer *Oestrus*-Larve [Abb. 7]).

OBLIGATORISCHE MYIASIS-ERREGER

Calliphoridae

Die systematische Stellung der Fleischfliegen wird verschieden gehandhabt. Vielerorts, so auch im Larvenbuch von Brauns (1954), wird ihnen Unterfamiliencharakter gegeben; sie werden mit den Schmeißfliegen (*Sarcophaginae*) den Raupenfliegen (*Tachinidae*) untergeordnet. Trotz der nahen Verwandtschaft der *Calliphoridae* mit den *Tachinidae* trennt Hennig (1952) jene Familie ab und ordnet ihr die Schmeißfliegen unter. Um einen leichteren Vergleich zu gewährleisten, folgen wir in der Einteilung hier Hennig.

Nur aus der Unterfamilie der *Sarcophaginae* ist in dieser Gruppe eine Art gemeldet worden:

Wohlfahrtia magnifica Schin.

Geographische Verbreitung: Von mehreren Autoren wird diese Art als gefährlicher Parasit für manche Gegenden Rußlands oder für den Süden des europäischen Ostens bezeichnet (vgl. u. a. Lindner, 1923 u. 1948; Martini, 1946); *magnifica* ist aber über ganz Mittel- und Südeuropa verbreitet (Séguy, 1950) und wird von James (1947) ausdrücklich auch für Deutschland bestätigt.

Kennzeichen der Larve: typischer *Sarcophaga*-Habitus (als Paradigma vgl. Abb. 10 A), d. h. zylindrischer Körper, vorn spitz, zum Abdomenende dagegen kaum abnehmend. — Größe der erwachsenen Larve: etwa 17 bis 18 mm. Nach einer Abbildung bei Brumpt und Neveu-Lemaire (1942) mit einer starken segmentalen Behaarung. — Kopfbau: die oberen Flügel des Basalstückes beim Cephalopharyngealskelett sind stets gespalten (jedenfalls bei den älteren Larvenstadien; vgl. Abb. 10 C). — Respirationssystem: Vorderstigmata im allgemeinen mit einer geringeren Anzahl von Knospen-

fortsätzen als die meisten *Sarcophaga*-Arten, gewöhnlich etwa 5 bis 9, selten 10, fächerförmig ausgebreitet (vgl. Abb. 10 B). Die Hinterstigmen stets auf einer abfallenden Fläche des 8. Abdominalsegmentes in einem mehr oder weniger tiefen Stigmenfeld (vgl. Abb. 10 E) und von besonderer Gestalt (vgl. Abb. 10 G). Als Unterschied gegenüber einer *Sarcophaga*-Larve wird angegeben, daß die die Stigmengrube umgebenden Tuberkeln weniger stark entwickelt seien als bei *Sarcophaga* spec.

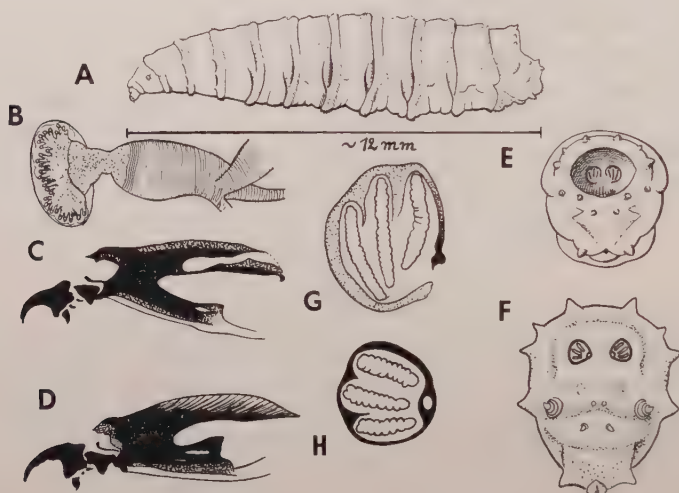


Abb. 10. Calliphoridae: jeweils reife Larve. — A: *Sarcophaga* spec., Habitusbild, lateral; gez. nach James (1947). — B: *Sarcophaga* spec. Vorderstigma, links die Knospenfortsätze, an der verengten Stelle die Stigmenkammer und anschließend (gestrichelt) die Trachee mit ihren Verzweigungen; gez. nach v. Rohdendorf (im Lindner, 1930). — Cephalopharyngealskelett einer Sarcophagine: *Sarcophaga* spec. (C), einer Calliphorine: *Lucilia* spec. (D); gez. nach Hennig (1952). — Caudalansicht des letzten Abdominalringes zur Demonstration der Zapfen und der Hinterstigmenplatte: E: *Sarcophaga* spec., gez. nach James (1947); F: *Calliphora* spec., gez. nach Hennig (1952). — Ein Hinterstigma, vergrößert; G: *Sarcophaga* spec., H: *Calliphora* spec.; gez. nach Hennig (1952).

Die Bearbeiter weisen nachdrücklich daraufhin, daß diese Differentialmerkmale in allen Fällen aber nicht ausreichen, *Wohlfahrtia*-Larven anzusprechen. Leider stand uns eigenes Material zur Nachkontrolle nicht zur Verfügung, vor allem nicht die diesbezügliche russische Arbeit von Portchinsky (1916). Auch die Veröffentlichung von Séguéy (1941) gibt leider keine zeichnerische Darstellung der differentialdiagnostischen Kennzeichen.

Bionomie und pathogene Bedeutung: Diese Fliegenart kommt vornehmlich im Freien vor; sie dringt in die Häuser selten ein. Flugzeit: Mai

bis Juli, selten August. Die Weibchen sind sehr wärme- und lichtbedürftig, fliegen daher nicht in den frühen Morgen- und späten Abendstunden, auch nicht an kalten, trüben Tagen. Wunden, dünnhäutige Körperteile oder auch natürliche Öffnungen (wie Nase, Ohren) der Tiere werden vom Weibchen mit Larven belegt. Jedes Weibchen bringt nach P o r t s c h i n s k y 124 bis 168 Larven zur Welt. Von den Haustieren werden von *magnifica* angegriffen: Rindvieh, Schafe, Ziegen, Schweine, Hunde und sogar vom Geflügel die Gänse. Eine anfangs unscheinbare Wunde wird außerordentlich schnell von den Larven ausgedehnt. Schon am zweiten oder dritten Tag nach der Ablage auf den Wirt häuten sie sich zum zweiten Larvenstadium und nach weiteren drei oder vier Tagen haben sie bereits das dritte und damit das letzte Stadium absolviert. Sie verlassen den Fraßort zur Verpuppung und lassen sich zur Erde fallen. — Auf dem Felde greift diese Art gelegentlich den Menschen an und scheint besonders Kinder aufzusuchen. Vor allem werden Menschen, die tagsüber im Freien schlafen, vom Weibchen mit Larven belegt. Das trüchtige Weibchen kann sogar im Fluge ihre 60 bis 80 Larven (0,25 bis 1 mm lang) an der Augen-Lidspalte abstreifen. Außer in Wunden ist das Vorkommen von Larven in den Ohren und in der Nase festgestellt. Wird das Auge erreicht, kann ein totaler Sehverlust eintreten. S é g u y (1941) betont, daß . . . „les larves observées dans les jeux par G o u g h , G e r s t o n et G o l d s c h m i d t sont peut-être des émigrantes provenant du nez“.

Oestridae

Auch die systematische Einordnung der hierher gestellten Arten wird verschieden gehandhabt. Viele Autoren unterstellen die Magenbremsen (Gastrophilinae), Hautbremsen (Hypoderminae) und Biesfliegen (Oestrinae) den Tachinidae. H e n n i g (1952) vereinigt alle Arten, die streng auf Säugetiere beschränkt sind, in einer gemeinsamen Familie. Eine Übersicht mit Angaben der wichtigen, für die Diagnose bei Ophthalmomyiasis beachtenswerten Arten möge die weitere Untergliederung aufzeigen:

a) **Gasterophilus-Gruppe: „Magendasseln“**

Gasterophilus intestinalis Deg. (syn. *equi* Fabr.)

b) **Cephenomyia-Gruppe: „Rachendasseln“**

Cephenomyia spec.

c) **Oestrus-Gruppe: „Nasendasseln“**

Rhinoestrus purpureus Brauer

Oestrus ovis Lin.

d) **Hypoderma-Gruppe: „Hautdasseln“**

Hypoderma-Arten; bei dem Untersuchungsbefund der Larve aus Münster besprochen.

Gasterophilus intestinalis Deg.

Vulgärnamen: u. a. the Common Horse Bot; the Nit Fly.

Kennzeichen der Larve (Abb. 11): Auffallende Unterschiede zwischen der Erstlarve und den beiden weiteren larvalen Metamorphosestadien. Abbildung 11 A zeigt den *H a b i t u s* einer Erstlarve, Abbildung 11 B jenen einer Drittlarve. — Auch im morphologischen Bau der *H i n t e r s t i g m e n* ist ein Differentialmerkmal der einzelnen Stadien gegeben: bei der Erstlarve läßt sich nur eine Öffnung am Hinterstigma beobachten; bei der Zweitlarve sind die Hinterstigma nicht mehr auf Fortsätzen lokalisiert und besitzen jeweils zwei Schlitzze, bei der Drittlarve sind jeweils drei Stigmenschlitze vorhanden. — Differentialdiagnostisch bemerkenswert ist schließlich die ausgeprägte *D o r n e n g a r n i t u r*.

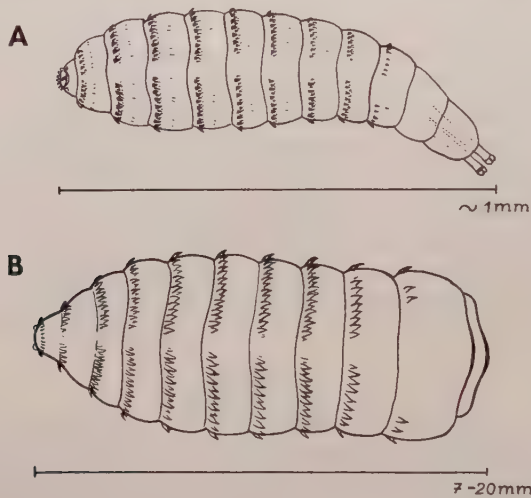


Abb. 11. Oestridae: *Gasterophilus intestinalis* Deg.; A: Erstlarve, B: reife Larve; gez. nach Wells and Knipling (1928).

Bionomie und pathogene Bedeutung: Das Weibchen belegt an heißen, sonnigen Tagen im August auf den Feldern und Weiden die Haare der Brust und der Vorderläufe des Wirtstieres; vor dem kräftigen Summen der nicht stechenden Fliegen scheuen die Wirtstiere mehr als vor den Tabaniden, die sie empfindlich stechen. Sieben Tage nach der Eiablage vermögen die Eilarven auszuschlüpfen; das Schlüpfen findet jedoch nur statt, wenn die Eier beleckt werden. Ohne diese Stimulation verbleiben die Eilarven bis zu drei Monaten in der Eihülle. Sind die jungen Larven in das Maul des Wirtstieres gelangt, verbleiben sie eine Zeit lang in der dortigen Schleimhaut und setzen sich dann im Magen und im Darmkanal fest, vornehmlich von Einhufern, ausnahmsweise von Hunden.

Beim Menschen sind Fälle des Auftretens von *Gasterophilus* im Darm und dadurch verursachtem Darmkatarrh berichtet worden. In der Regel treten die Larven aber beim Menschen als sogenannter „Hautmaulwurf“ (screw worm, creeping disease der Amerikaner, Wolossjatiek der Russen nach Suurküla, 1942) auf, d. h. sie bohren in der Haut Gänge.

Nach James (1947) ist die Larve aber auch in der hinteren Augenkammer beim Menschen gefunden; hier hat sie jedoch bisher keine bleibenden Schäden hervorgerufen und starb jeweils, ohne sich weiterzuentwickeln.

Cephenomyia-Gruppe

Die Larven der „Rachenbremsen“ leben ausschließlich beim Wild, und zwar bei Cerviden. Bei uns kommen folgende Arten vor:

Cephenomyia auribarbis Meig. (syn. *rufibarbis* Meig.); Wirtstier: Rotwild

Cephenomyia multispinosa Ullr.: Damwild

Cephenomyia stimulator Clark: Rehwild

Cephenomyia ulrichii Brauer: Elchwild

Pharyngomyia picta Meig.: Rot- und Elchwild

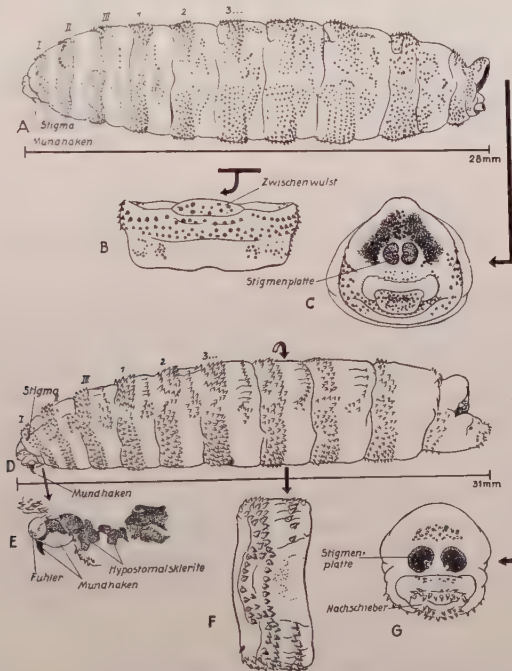


Abb. 12. Oestridae: jeweils reife Larve; gez. nach Brauns (1954). — A bis C: *Cephenomyia stimulator* Meig; D bis G: *Cephenomyia auribarbis* Meig. (syn. *rufibarbis* Meig.). — Habitusbild, lateral (A, D); Dorsalansicht eines Abdominalsegmentes zur Demonstration der unterschiedlichen Beborstung des Zwischenwulstes (B, F). Caudalansicht des letzten Abdominalringes mit Hinterstigmen-Platte (C, G); Cephalopharyngealskelett (E).

Kennzeichen der Larven (Abb. 12): als Paradigma für die morphologische Gestalt und die Ausbildung charakteristischer Differentialmerkmale bei den verpuppungsreifen Larven sind zeichnerisch dargestellt:

Cephenomyia auribarbis Meig.: Abb. 12 D bis G und

Cephenomyia stimulator Clark: Abb. 12 A bis C.

Differentialdiagnostisch den Larven anderer Gruppen gegenüber wichtig: auch die *Drittlarven* besitzen *Mundhaken*. Die Larven der beiden Gattungen *Cephenomyia* Latr. und *Pharyngomyia* Schin. lassen sich an den Fühler-Rudimenten unterscheiden: diese sind weit voneinander getrennt bei der letzteren, sie stoßen dicht aneinander bei der ersteren (Abb. 12 E).

Pathogene Bedeutung: als Erreger einer Ophthalmomyiasis ist unter Umständen gegeben, da eine *Cephenomyia*-Art eine nasale Myiasis erzeugt haben soll (Thompson, 1889). Andere Autoren (u. a. James, 1947) halten das Auftreten beim Menschen für unwahrscheinlich und nehmen an, daß damals eine Fehldiagnose vorlag. Es ist bei der Schwierigkeit des Ansprechens von Dipterenlarven jedoch ratsam, auf die Möglichkeit des Vorkommens dieser Arten hinzuweisen. Über weitere Einzelheiten der Unterscheidung der betreffenden Arten und über die Bionomie ist gegebenenfalls bei Brauns (1954) und bei Escherich (1942) nachzulesen.

Rhinoestrus purpureus Brauer

Vulgärnamen: The Russian Bot (Russkii Ovod); Russian Gadfly; l'Oestre du Cheval.

Geographische Verbreitung: aus Deutschland bisher nicht gemeldet; da die Art u. a. aber aus benachbarten Ländern (Frankreich, Italien, Österreich) gemeldet wurde und ein von Jahr zu Jahr ansteigender Touristenaustausch in Mitteleuropa zu verzeichnen ist, erscheint es uns gegeben, auf *Rhinoestrus purpureus* als Erreger einer ausgesprochenen Myiasis oculi gleichermaßen wie auf die nahverwandte zweite Gattung dieser Gruppe aufmerksam zu machen.

Kennzeichen der Erstlarve: vor allem in der charakteristischen Ausbildung des Vorderendes mit den krallenartigen *Mundhaken* (Abb. 13 A) und des Hinterendes (Abb. 13 B) gegeben; am letzten Abdominalring acht bis zehn *Analdornen*, die terminal in einer geschlossenen Reihe angeordnet sind.

Bionomie und pathogene Bedeutung: Wirtstiere sind normalerweise Pferd und Esel. Das Fliegenweibchen ist vivipar; die Ablage der Larven erfolgt in die Augen oder in die Nüstern, und die Larven dringen dann weiter in den Nasenrachenraum vor. Nach Portschinsky legt jedes Weibchen insgesamt 700 bis 800 Larven ab, jeweils 8 bis 40 Lär-

chen auf einmal. Die Infektion findet vornehmlich im Spätsommer statt; die larvale Entwicklung dauert über Winter an und erfolgt im Nasenrachenraum. Verpuppung im Boden. — Wiederholt sind *Rhinoestrus purpureus*-Larven beim Menschen am Auge beobachtet worden; die Infektion hat eine heftige Conjunktivitis zur Folge, die eine Woche und länger anhalten kann. Es sind Krankheitsfälle berichtet worden, in denen 8 bis 50 Larven aus dem Bindehautsack entfernt wurden. In Rußland ist *Rhinoestrus* bekannt unter dem Namen „Fliege, die Würmer in die Augen speit“, und dort sind auch Fälle mitgeteilt, in denen das Auge vollkommen verloren ging. Da der Mensch für *Rhinoestrus purpureus* jedoch nicht artspezifisch ist, kommen die Larven nicht über das erste Stadium hinaus.

Oestrus ovis Lin.

Vulgärnamen: The Sheep Bot; „Grub-in-the-Head“; l'oestre du mouton; „Nasenwurm der Schafe“ (Reaumur).

Kennzeichen der Erstlarve: Differentialdiagnose (vgl. dazu auch Sergeant, 1952) wiederum in der Ausbildung des Vorderendes mit den hornförmigen Mundhaken (Abb. 13 C) und des Hinterendes gegeben; das letzte Abdominalsegment caudal gespalten, und jeder Zapfenwulst trägt zehn oder elf (bisweilen neun) Häkchen (Abb. 13 D).

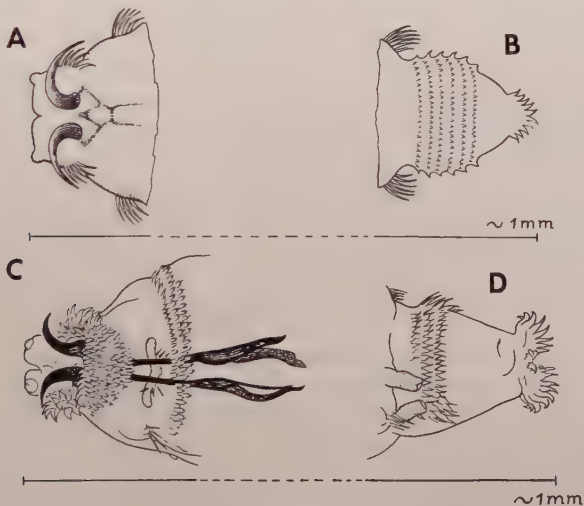


Abb. 13. Oestridae: jeweils Erstlarve; A, B: *Rhinoestrus purpureus* Brauer; gez. nach Portchinsky (1915) aus James (1947). — C, D: *Oestrus ovis* Lin.; gez. nach Galliard (1934). — Vorderende (A, C), Hinterende (B, D).

Bionomie und pathogene Bedeutung: Diese Art ist ein normaler Parasit der Schafe und Ziegen, wurde aber auch bei Antilopen und selbst bei Rehwild aufgefunden. Während des außerordentlich schnellen Fluges legt das Fliegenweibchen in kälteren Gegenden Eier in einem Tropfen Flüssigkeit auf die glänzende Schleimhaut der Nasenränder oder des Auges ab, in warmen Gegenden dagegen wird es larvipar.

Auf Grund dieser Beobachtungstatsache nahm Brumpt an, daß hier zwei Arten zu unterscheiden wären. Ségu y (1938) glaubt aber, daß bei *Oestrus ovis* das gleiche Phänomen vorliegt wie bei einer Anthomyide, bei *Hylemyia florilega* Zett., die im Larvenstadium eine recht unterschiedliche Lebensweise haben kann; Imagines, deren Larven in warmen Gegenden als Parasiten in Locustiden-Eiern vorkommen, sind larvipar, während solche, deren Larven in kalten Gegenden phytophag anzutreffen sind, ovipar sein sollen. Andererseits weiß man auch, daß gewisse *Calliphora*-Arten mit beschleunigter sommerlicher Entwicklung larvipar werden können.

Die ausschlüpfenden oder abgelegten *Oestrus*-Larven kriechen schnellstens in die Mund- und Nasenhöhle, setzen sich hier fest — oft in sehr großer Anzahl — und verursachen einen Katarrh. Obwohl *Oestrus ovis* als primärer, gutartiger Schleimhautparasit angesehen wird, erfolgt durch die lange Dauer von über einem $\frac{3}{4}$ Jahr, die die Larven für ihre Entwicklung unter Umständen benötigen, unzweifelhaft eine Schwächung der Tiere im Ernährungszustand. Die larvale Entwicklungszeit kann aber auch erheblich variieren; so gibt James (1947) für klimatisch günstige Gebiete $2\frac{1}{2}$ Monate oder sogar 25 Tage (offenbar nur zur Sommerzeit) an. Das Vorkommen der „Nasenzwürmer“ bei den Schafen verursacht den „Bremsenkoller“ (von den Franzosen als „faux tournis“ bezeichnet). Reife Larven werden durch Schnauben ausgestoßen und verpuppen sich im Boden. Dauer des pupalen Stadiums etwa drei bis vier Wochen. In Mitteleuropa wird nur eine jährliche Generation angenommen.

Beim Menschen als einem nicht-artspezifischen Wirt belegt das *Oestrus*-Weibchen die Conjunctiva mit Eiern, besonders gern beim Verzehren von Schaf- und Ziegenkäse. Beim Anfliegen der Imago glaubt der Patient einen Schlag gegen das Auge durch einen fremden Gegenstand zu verspüren. Die Entzündung und die Schmerzen setzen dann aber einige Stunden später ein; die Conjunktivitis ist schmerzhaft, aber nicht ernsterer Natur. Die Larve freilich ist von derart geringer Größe und zudem transparent, daß sie häufig übersehen und als Urheber der Conjunktivitis nicht erkannt wird. Obwohl im allgemeinen sich nur wenige Larven vorfinden, sind auch Fälle bekannt geworden, wo bis zu 50 Larven aus dem Bindehautsack entfernt wurden. In den zahlreichen, kürzlich von Sergeant (1952) belegten Fällen aus der ganzen Welt wurden im Höchsthalle 24, im Durchschnitt etwa 8 Larven von den Augen der Patienten entfernt. Diese Form der

Ophthalmomyiasis ähnelt in ihren Erscheinungen auffallend einer akuten Bindehautentzündung und wird vielfach als solche diagnostiziert. Beim Menschen kommen die *Oestrus*-Larven nicht über das erste Larvenstadium hinaus. Die Larven können im Rachen ebenfalls recht schmerzhaft Entzündungen oder beim Vorkommen in den Nebenhöhlen der Nase erhebliche Kopfschmerzen und Schlaflosigkeit hervorrufen. Gelegentlich sind *Oestrus ovis*-Larven auch bei einer Otolomyiasis beteiligt. — Übrigens wird diese Art der Ophthalmomyiasis in Algerien als „thim'ni“ und auf dem Ahaggar-Plateau (Hoggar Massiv) der Zentral-Sahara als „tamné“ bezeichnet.

FAKULTATIVE MYIASIS-ERREGER

Calliphoridae

Eine beträchtliche Anzahl von Arten aus dieser Gruppe muß insofern beachtet werden, weil mehrere Arten als Urheber einer Rhino- bzw. Otolomyiasis ermittelt wurden. In unseren Breiten gehören aus der Unterfamilie der **Calliphorinae** dazu:

Calliphora erythrocephala Meig. (syn. *vicina* Rob.-Desv.; the European Bluebottle Fly);

Calliphora vomitoria Lin.;

Lucilia caesar Lin. (bisher nur im Ohr beobachtet; diese Art wurde früher häufig mit der holarktischen *Lucilia illustris* Meig. verwechselt) und

Lucilia sericata Meig. (syn. *Phaenicia sericata* Meig.; the Green Bottle Fly; the English Sheep Fly).

Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese Larvenformen gelegentlich auch für den Ophthalmologen bedeutungsvoll werden, da die Imagines besonders gern Wunden beim Menschen anfliegen⁸. Es würde zu weit führen, die Differentialmerkmale der einzelnen Larventypen aufzuzeigen; es genügt, auf die Abbildung 10 hinzuweisen. Die beiden Gattungen *Calliphora* Rob.-Desv. und *Lucilia* Rob.-Desv. sind am Cephalopharyngealskelett durch folgendes Merkmal zu unterscheiden: **Calli-**

⁸ Eine nahverwandte Art, *Lucilia bufonivora* Mon., infiziert nach Lindner (1943, im Handbuch der „Fliegen der Palaearktischen Region“, Lieferg. 146, pag. 346) lebende Kröten [anscheinend auch Feuersalamander] mit ihren Eiern; die Larven fressen dann ihre Wirtstiere vom Kopfe her auf. „Die Larven dringen aus den irgendwo am Körper abgelegten Eiern durch die Nasenöffnungen in den Körper ein, fressen erst die Nasenhöhle, die Augen, das Gehirn aus. Wohl unter Mitwirkung eines fermentierenden Sekrets der Speicheldrüsen der Larven zerfällt der Kadaver rasch zu einer geruchlosen Jauche, in welcher die Larven schnell heranwachsen. Es findet also offenbar eine Vorverdauung durch jenes Sekret statt.“ Lindner sieht in diesem Fall von Wundschmarotzertum bereits eine radikale Form des Raubes, die auch als echter Fall von Parasitismus gelten kann.

phora: zwischen den Mundhaken befindet sich vor der Mundöffnung ein akzessorisches nagelförmiges Sklerit. — **Lucilia:** ein deutliches nagelförmiges Sklerit fehlt (Hennig, 1952).

Eine biologische Tatsache möge aber nicht übergangen werden: Ein *Calliphora erythrocephala*-Weibchen vermag (nach James, 1947) auf einmal bis zu 180 Eier zu legen — im allgemeinen werden zwar weniger auf einmal abgelegt (10 bis 25) — und produziert 540 bis 720 Eier insgesamt während seiner Lebenszeit. Die Larven wachsen außerordentlich schnell heran — sie erreichen nach 24 Stunden das 200fache ihres Anfangsgewichtes! —, unter günstigen Bedingungen kann schon eine Woche nach der Eiablage die Verpuppung einsetzen. Für *Lucilia sericata* gibt Suurküla (1942) eine Legezeit von 35 Tagen an; während dieser fünf Wochen setzt das Weibchen bis 1000 Eier ab. Martini (1946) gibt an: ... „ungefähr 1000 (bis 2000) Eier, aber in Gelegen bis zu 250 Stück“. Die Dauer einer Generation — von Ei zu Ei — beträgt nach Steiner (1944) ungefähr 14 Tage.

Die häufigste dieser Arten — *Calliphora erythrocephala*, des dunkel erzblauen Hinterleibs und des brummenden Fluggeräusches wegen als „blauer Brummer“ bezeichnet — versucht gelegentlich bei schlafenden Kindern kranke, verklebte Augen mit Eiern zu belegen (eigene Beobachtungen; vgl. Lengersdorf-Mannheims, 1951).

Aus der Unterfamilie der **Sarcophaginae** gehören hierher zahlreiche *Sarcophaga*-Arten, unter denen in unseren Breiten vornehmlich beachtenswert ist:

***Sarcophaga carnaria* Lin.**

Vulgärname: Schmeißfliege; graue Fleischfliege.

Kennzeichen der Imago: Abdomen schachbrettartig hell und dunkel schimmernd.

Kennzeichen der Larve: Die Gattungsmerkmale sind in der Abbildung 10 aufgezeichnet; besonders möge auf die Ausbildung des Cephalopharyngealskelettes hingewiesen werden: die oberen Flügel des Basalstückes sind stets gespalten (Abb. 10 C), jedenfalls bei älteren Larven (daher Versuch der Weiterzucht!), während sie bei den Calliphorinae, aber auch bei den jüngeren Larvenstadien der Sarcophaginae einfach gestaltet sind (Abb. 10 D). Außerdem zeigt das Hinterstigma eine charakteristische Form (Abb. 10 G).

Bionomie und pathogene Bedeutung: Soweit bekannt geworden ist, sind die *Sarcophaga*-Arten ovovivipar; die jungen Larven entschlüpfen der Eihülle im Augenblick der Ablage oder schon vorher. Eier werden nur unter ungewöhnlichen Bedingungen abgelegt. Ein trächtiges Weibchen bringt auf einmal im Durchschnitt 20 bis 40 Lärven zur Welt.

Der italienische Dichter Scaliger (Beginn des 16. Jahrhunderts) erwähnt zum erstenmal, wie Robineau-Desvoidy berichtet, daß *Sarcophaga carnaria* lebende „Würmchen“ absetze und daß aus diesen Würmchen in der Folge Fliegen hervorgingen. Goedart machte später analoge Beobachtungen. Réaumur prüfte diese Feststellungen und zählte im Ab-

domen einer *Larvaevora* (Larvaevoridae = Tachinidae) mehr als 20 000 kleine Larven. Mesnil (im Lindner, 1944) gibt an, daß ein einziges Weibchen von gewissen *Sarcophaga*-Arten bis zu 15 000 Larven hervorbringen könne. Suurküla (1942) teilt mit, daß die Ovidukte einer *Sarcophaga carnaria* bis 20 000 Larven beherberge. Die Zahl der tatsächlich abgelegten Larven wird natürlich je nach den vorherrschenden Umweltbedingungen gewissen Schwankungen unterliegen.

Wie bei *Calliphora erythrocephala* geht auch bei *Sarcophaga carnaria* die larvale Entwicklung sehr schnell vor sich, wird doch das dritte Stadium gewöhnlich schon nach drei bis vier Tagen erreicht. Gelegentlich ist die Metamorphose nach ungefähr zwei Wochen abgeschlossen; bei einigen Arten wird für die Entwicklung aber auch ein längerer Zeitraum benötigt.

v. Rohdendorf (1937) unterscheidet 4 verschiedene Gruppen von Arten bei den Sarcophaginae, soweit sie als synanthrop bezeichnet werden können:

- a) Arten, deren Larven in menschlichen und tierischen Exkrementen vorkommen,
- b) Arten, die in verdorbenem Fleisch brüten,
- c) obligatorische Myiasis-Erreger (zu denen vor allem *Wohlfahrtia magnifica* rechnet) und schließlich
- d) Arten, deren Larven in verschiedenen Substraten (darunter auch in faulenden Vegetabilien) leben.

Jede dieser Ernährungs-Kategorien kann Myiasis-Erreger enthalten; besonders für die necrophagen Formen ist der Übergang von verdorbenem Fleisch zu vernachlässigten Wunden ohne weiteres gegeben. So belegen *Sarcophaga carnaria*-Weibchen im trächtigen Zustande bisweilen auch beim Menschen Wunden und andere Körperöffnungen mit Larven.

Fälle von Oto-, Ophthalmo-, Rhinomyiasis oder das Vorkommen von Larven dieser Art im Munde oder sogar in der Vagina sind bekannt geworden.

An dieser Stelle muß vom entomologischen Standpunkt aus Stellung genommen werden zu der ophthalmologischen Veröffentlichung von Eickemeyer (1950). Dieser Autor berichtete auf der 56. Zusammenkunft der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft 1950 in München von einem Fall einer Ophthalmomyiasis interna „posterior“. Das entzündete Auge des elfjährigen Patienten wurde exstirpiert; es fand keine Freipräparation der Larve statt, sondern der Bulbus wurde in mikroskopische Schnitte zerlegt, auf denen die Dipterenlarve im Querschnitt getroffen ist. Für die dipterologische Differentialdiagnose wurden folgende Angaben am Schluß der Arbeit herausgestellt:

„*Herkunftsgegend:* Hochrhön = Hochebene mit vielen Feldern, wenig Wald, im allgemeinen kahl — spricht gegen Hypoderma.

Beobachtungszeit: April/Mai — spricht gegen Hypoderma (fliegt erst Juni/September).

Aussehen: Glatte Larve — auf keinen Fall Hypoderma (Hakenkränze mußten erwartet werden).

Diagnose: Mit großer Wahrscheinlichkeit: *Lucilia caesar*, *Sarkophaga* oder *Stomoxys calcitrans* als primärer Parasit in fakultativem Parasitismus.“ —

Die „mit großer Wahrscheinlichkeit“ vorgetragene Artdiagnose muß bestritten werden, denn auf die Wiedergabe von mikroskopischen Querschnitten durch eine Dipterenlarve läßt sich keinesfalls eine (auch nur annähernd gesicherte) Differentialdiagnose wissenschaftlich begründen. Da mir nichts ferner liegt, als von vornherein derartig interessante Angaben zu bezweifeln, habe ich die Originalveröffentlichung von Eickemeyer außerdem noch Herrn Prof. Dr. Lindner, Stuttgart, vorgelegt, dessen wissenschaftliches Urteil auf Grund seiner langjährigen dipterologischen Erfahrungen mir besonders wertvoll erschien. Während meiner mehr als ein Jahrzehnt anhaltenden Untersuchungen über Dipterenlarven war es mir bisher nicht geglückt, einwandfreie Artdiagnosen nach mikroskopischen Querschnitten anlässlich anders gerichteter Untersuchungen zu geben. Auch Lindner bezweifelt wie ich die „mit großer Wahrscheinlichkeit“ vorgetragene Ansicht, daß als Parasiten die benannten Arten von *Lucilia*, *Sarcophaga* oder *Stomoxys* auf Grund der Querschnittsserien angenommen werden dürfen. Lindner hält jedoch die Angabe der Herkunftsgegend für wertvoll. „Nach der Darstellung der Örtlichkeit ist mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß es dort Schafherden gibt. Damit wären wir wieder bei *Oestrus ovis* gelandet und somit bei einem Fall, den ich auch in meinem Handbuch verwendet habe . . .“ (Lindner, in litteris, 26. März 1955; Handbuch: Lindner [1948], pag. 389). Es muß an dieser Stelle die dringende Bitte an alle ophthalmologischen Fachärzte ausgesprochen werden, zur erforderlichen Klärung aller entomologischen Fragen auf dem Gebiet der Ophthalmomyiasis etwaige Dipterenlarven in toto herauszupräparieren und anschließend nach den aufgezeigten Angaben zu fixieren — möglichst mithin in kochendes Wasser zu werfen und daraufhin in 60 bis 70 %igen Alkohol zu überführen. — Einiges sei noch zu der Ausschaltung einer *Hypoderma*-Art durch Eickemeyer gesagt. Vielleicht hätten bei Vorliegen einer *Hypoderma*-Larve bei der Durchsicht der Schnittserien die Hakenkränze erkannt werden müssen, aber daß die Beobachtungszeit April/Mai die Art *Hypoderma* ausschließt, entspricht nach den Angaben anderer Autoren nicht den Tatsachen; ich verweise auf die Ausführungen unter *Hypoderma*: *H. lineatum*, Flugzeit: Mai/Juli; *H. bovis*, Flugzeit: April/Mai! — Eindrucksvoll an der Veröffentlichung von Eickemeyer ist andererseits der Fraßweg der Larve, der sich im Bulbusschnitt (Abb. 2, pag. 372) erkennen läßt.

AKZIDENTELLE MYIASIS-ERREGER

Piophilidae

Piophila casei Lin.

Vulgärnamen: Käse- oder Fettfliege; the Cheese Skipper.

Kennzeichen der Larve: Bisher ist nur das dritte Larvenstadium morphologisch näher bekannt geworden. — **Habitus:** schlank-zylindrisch. — **Größe:** ausgewachsene Larve etwa 9 bis 10 mm lang. — **Farbe:** transparent. — **Kopfbau:** in der Umgebung der Mundöffnung bilden Speicherrinnen ein recht kompliziertes Kanalsystem

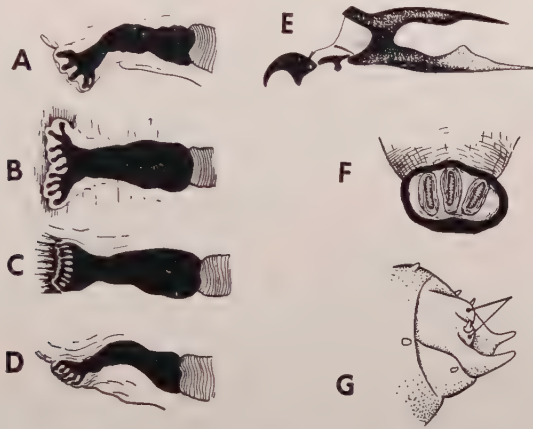


Abb. 14. Piophilidae: *Piophila casei* Linn.; reife Larve. — Prothorakalstigma in verschiedenen Stadien des Eingezogenwerdens (A bis D); gez. nach Alessandrini (1909). — Cephalopharyngealskelett der Drittlarve (E); gez. nach Hennig (1943). — Hinterstigma, vergrößert: F; gez. nach Alessandrini (1909). — Schräge Lateralansicht des Hinterendes einer Larve III mit den charakteristischen Zapfenpaaren und den Stigmenträgern (durch Hinweisstriche gekennzeichnet): G; gez. nach Hennig (1943).

(vgl. Hennig, 1943). Typische Form des Cephalopharyngealskelettes (Abb. 14 E). — **Respirationssystem:** Vorderstigmen mit 8 bis 10 Knospenfortsätzen, die nach Alessandrini (1909) eingezogen und „nach Art eines Tabaksbeutels“ zusammengelegt werden können (Abb. 14 A bis D). Hinterstigmen auf einem dorsal gespaltenen Wulst; die jeweilige Stigmenplatte drei länglich-eiförmige Knospen tragend (Abb. 14 F). — Das **Analsegment** ist im übrigen charakteristisch gestaltet (Abb. 14 G). — Die wie Spannerraupen sich fortbewegenden Käsefliegenlarven vermögen ihren Körper kreisförmig zu krümmen,

sich mit den Mundhaken am Hinterende festzuhaken und durch plötzliche Straffung des Körpers sich weit fortzuschleunigen.

Bionomie und pathogene Bedeutung: Infolge der besonderen Ernährungsbiologie (wie der Name besagt) zweifellos synanthrop und daher sind auch zahlreiche Fälle einer „Myiasis intestinalis“ bekannt geworden. Auch das Auftreten von Käsefliegenlarven bei Rhinomyiasis ist festgestellt, wobei sogar die Zucht bis zur Imago durchgeführt und damit die pathogene Art genau determiniert werden konnte.

Muscidae

Aus der Unterfamilie der **Muscinae** ist für den Ophthalmologen eine kosmopolitische Art durchaus beachtenswert:

Musca domestica Linn.

Vulgärnamen: „gemeine“ Stubenfliege; the Housefly; the Typhoid Fly.

Kennzeichen der Larve: Typische Madenform, zum Hinterende an Umfang zunehmend; das Hinterende selbst schräg abgestutzt. —

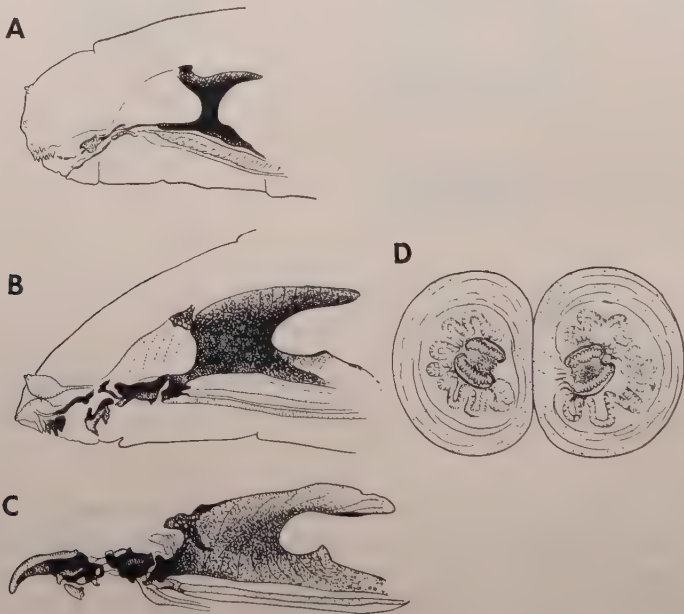


Abb. 15. Muscidae: *Musca domestica* Linn.; Differentialkennzeichen der verschiedenen Larvenstadien im Kopfbau (A bis C): A und B: jeweils Vorderende der Erst- und Zweitlarve. C: Cephalopharyngealskelett der Drittlarve. — Charakteristische Anordnung der drei mäanderartig gewundenen Hinterstigmatal-Schlitze, deren Anlage schon erkennbar ist bei der Zweitlarve (D; 100fach vergrößert). — Gez. nach Thomsen (1938).

Größe: 1. Larvenstadium bis 3 mm; 2. bis 5 mm; 3. etwa bis 12 mm.
 — Kopfbau: charakteristische Ausbildung des Cephalopharyngealskeletts, das in den jungen Larvenstadien schon die Form des reifen und letzten Stadiums erkennen läßt (Abb. 15 A bis C). — Respirationssystem: jedes Vorderstigma fächerförmig mit fünf bis sieben fingerförmigen Fortsätzen; die Hinterstigma vom 2. Larvenstadium ab mit drei s- bis mäanderartig gewundenen Stigmenschlitzen (Abb. 15 D), deren Längsachsen etwa parallel zum Rande der Stigmenplatten verlaufen.

Bionomie und pathogene Bedeutung: allgemein bekannt; beim Menschen außer in Wunden, Ohren, in der Nase und an den Augen aufgefunden (vgl. James, 1947).

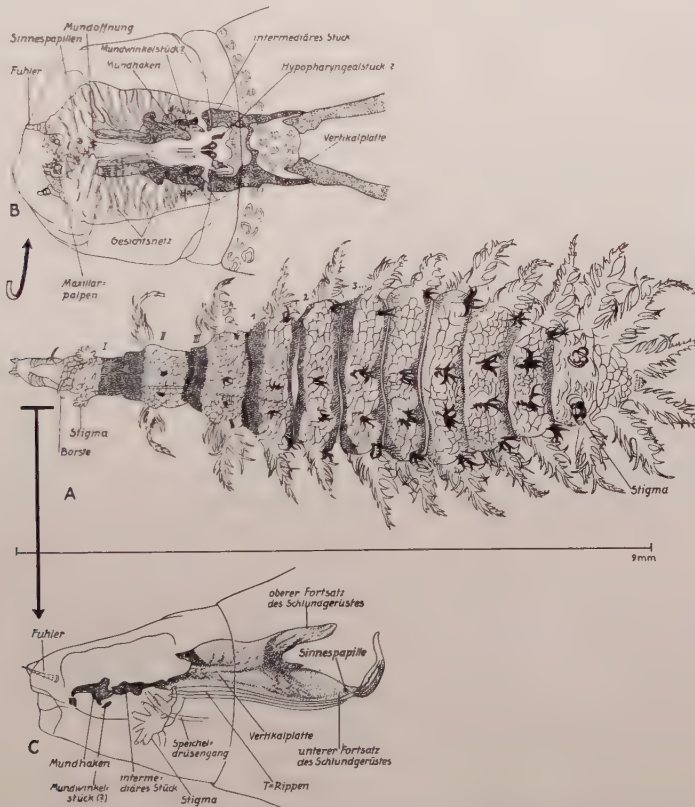


Abb. 16. Muscidae: *Fannia scalaris* F., reife Larve; gez. nach de Vos-de Wilde (1935) aus Brauns (1954), geringfügig verändert. — A: Habitusbild, B: Ventralansicht des Vorderendes, C: laterale Ansicht, vornehmlich des Cephalopharyngealskelettes.

Aus der Unterfamilie der **Fanniinae** sind drei Arten erwähnenswert, die im allgemeinen bei einer „Myiasis intestinalis“ beteiligt, aber auch als Erreger einer Otomyiasis schon festgestellt worden sind:

Fannia canicularis Lin., *Fannia incisurata* Zett. und *Fannia scalaris* Fall.

Die differentialdiagnostischen Kennzeichen der verhältnismäßig leicht ansprechbaren Larven mögen der Abbildung 16 entnommen werden.

James (1947) führt unter den fakultativen Myiasis-Erregern noch **Phoridae**: *Megaselia* (*Megaselia*) *scalaris* Loew (syn. *Aphiochaeta xanthina* Speiser) auf. Phoridenlarven sind vorwiegend schizozoophag, also Aas- oder Exkrementenfresser, aber auch schizophytophag und sogar Pilzfresser; selbst parasitische Formen sind beobachtet worden, so daß dieser Familie eine gewisse Polyphagie im Larvenstadium zugesprochen werden muß und ein fakultativer Parasitismus bei Wirbeltieren im Bereich der Möglichkeit liegt. Mehrere Fälle des Auftretens in Wunden bei Tieren und Menschen sollen festgestellt sein. Nach S u u r k ü l a (1942) wurden von W r i g h t, 1927 (Madras) aus einem Abschabepreparat einer chronisch degenerativen Cornea Larven isoliert, die auf festen Nährböden (Blutagar, Saburauds Glycerinagar) gezogen, später die Images von *Aphiochaeta ferruginea*, syn. den obigen Arten, ergaben. P a t t o n (1922) ist der Ansicht, daß eine Ophthalmomyiasis, verursacht durch Phoridenlarven, häufiger auftritt als bisher gemeldet wurde, da die äußerst kleinen Larven vielfach übersehen würden.

Nach J a m e s (1947) soll nun *Megaselia scalaris*, die unter den verschiedensten Namen beschrieben wurde, außer in der nearktischen, neotropischen, orientalischen, äthiopischen und australischen Region in der Paläarktis (Deutschland und Kanarische Inseln) vorkommen. „Die Angabe von J a m e s, daß *Megaselia* (*Megaselia*) *scalaris* Loew auch auf den Kanarischen Inseln vorkomme, ist richtig; sie ist von dort und Madeira von Th. B e c k e r unter den Synonymen *conjuncta* und *fissa* B e c k e r beschrieben worden, deren Typen ich gesehen habe“ (S c h m i t z, in litteris, 13. Juli 1954). Das Vorkommen in Deutschland ist aber sehr umstritten, wie aus den Ausführungen des Phoriden-spezialisten Hochwürden Pater Dr. S c h m i t z, Bad Godesberg, hervorgeht, dessen liebenswürdigen Rat wir einholten. Tatsächlich ist die Art auch einmal in Berlin in einem Bienenstock angetroffen worden, aber es liegt dabei der Verdacht nahe, daß diese Exemplare irgendwie importiert waren. Erst später ist *scalaris* nach S c h m i t z in Süditalien gefunden worden, wo sie um Neapel nicht selten sein soll. „Andere Funde in Europa sind mir und ziemlich sicher überhaupt nicht bekannt.“

Abgesehen von der Tatsache, daß die bisherigen Befunde einer Augenerkrankung, verursacht durch Phoridenlarven, außerhalb des

mitteleuropäischen Raumes gelegen sind, scheint es uns auch nach den nicht klaren systematischen Verhältnissen gewagt zu sein, auf das mögliche Vorkommen einer Phoridenart als Erreger einer Ophthalmomyiasis hinzuweisen. —

Mit gewisser Zurückhaltung dürfen vielleicht auch die Angaben von Suurküla (1942) über das Vorkommen von Tachinidae-Larven (*Tachina spec.*) am Auge betrachtet werden. Der Autor beruft sich auf die Berichte von Baquis (1895) und Capolongo (etwa 1898), die in Italien (Livorno und Neapel) Tachinenlarven auf den Übergangsfalten der Conjunktiva und im Bindehautsack festgestellt haben wollen. Die Larven sollen auf der Bindehaut eine akute katarrhalische Entzündung verursacht haben.

Die Schwierigkeit des einwandfreien Ansprechens vieler Dipterenlarven und bei der sonst völlig abweichenden Lebensweise gerade der eigentlichen Tachinenlarven, die das Hauptkontingent zu den Entomophagen stellen, läßt eine Nachprüfung dieser Beobachtung ratsam erscheinen, zumal eine Zucht bis zur Imago anscheinend nicht erfolgt ist. —

Schließlich führt Suurküla (1942) noch aus der *Cuterebra*-Gruppe der *Oestridae* die in der Neotropis heimische Art *Dermatobia hominis* L. (syn. *cyaniventris* Macq.) als Erreger einer Ophthalmomyiasis an. Mit ihrem Auftreten ist im mitteleuropäischen Raum im allgemeinen nicht zu rechnen. Selbst die von Gradenigo (1894) und Baldassare (1924) in Italien beobachteten Fälle wurden bei Einwanderern aus Amerika festgestellt, „die offenbar schon vor Antritt ihrer Reise in ihre alte Heimat mit den Larven inokuliert waren“ (Suurküla, 1942).

Höchst eigenartig vom biologischen Standpunkt aus und daher in diesem Zusammenhang erwähnenswert sind einzig und allein die Gewohnheiten des Weibchens bei der Eiablage. Die Eier werden nicht in der Nähe des Wirtstieres oder unmittelbar auf den Wirt abgelegt, sondern durch andere Insekten übertragen. Das *Dermatobia*-Weibchen fängt dazu ein zoophiles Insekt, beispielsweise eine Stechmücke, belegt diese mit einem Eipaket und entläßt sie wieder. Das befreite Insekt sucht wiederum ein Wirtstier oder den Menschen zum Blutsaugen auf. Die Eier der *Dermatobia* sind in der Zwischenzeit reif geworden, öffnen sich und entlassen während des Stechaktes des Trägers die jungen Larven, die sich nunmehr einfach auf den Blutspender fallen lassen und sofort in die Haut einbohren. Dabei werden von den Cuterebrinae-Larven auch die Augenlider besiedelt; die Larven dringen gelegentlich in das Augeninnere vor.

Es ist dem zweitgenannten Autor eine angenehme Pflicht, dem NIEDERSÄCHSISCHEN KULTUSMINISTERIUM IN HANNOVER für die Förderung der wissenschaftlichen Forschungsarbeiten seinen ergebensten Dank auszusprechen und besonderen Dank zu sagen jenen Herren, die ihm die

Kenntnis des interessanten Falles zunächst verschafft haben oder ihm bei der Durchführung der Untersuchungen (durch Überlassung eines Arbeitsplatzes, Literaturbeschaffung usw.) lebenswürdigerweise behilflich waren: Prof. Dr. Boettger (Direktor d. Zoolog. Inst. d. Techn. Hochschule und d. Staatl. Naturhistor. Museums in Braunschweig); Dr. Harde (Zoolog. Inst. d. Universität Münster); Dozent Dr. Dr. Krümmel (Münster); Prof. Dr. Lindner (Stuttgart); Hochwürden Pater Dr. Schmitz, S. J. (Bad Godesberg); Prof. Dr. Schermer (Direktor d. Tierärztl. Inst. d. Universität Göttingen); Prof. Dr. Weyer (Bernhard-Nocht-Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten, Hamburg) und dem wissenschaftlichen Zeichner und Graphiker R. Kliefoth (Hann. Münden).

D. Literatur

I. Teil

(Nur zitierte Arbeiten sind aufgeführt. Ausführliches Literaturverzeichnis siehe bei Suurküla!)

- Adda, Victor, Über einen Fall von Ophthalmomyiasis. *Ophthalmologica* 118, 1003 (1949).
- Anderson, William Banks, Ophthalmomyiasis. A review of the literature and a report of a case. *Amer. J. Opht.* III. 18, 699 (1935).
- Archangelsky, W. N. und Braunstein, N. E., Zur pathologischen Anatomie der Ophthalmomyiasis interna. *Klin. Mbl. Augenhk.* 87, 340 (1931).
- Avižonis, P., Un cas d'ophthalmomyiasis interna migrans. *Bull. Soc. franc. ophtalm.* 48, 152 (1935).
- Balod, K., Über Ophthalmomyiasis interna anterior. *Klin. Mbl. Augenhk.* 93, 657 (1934).
- Becher, H., Der konstruktive Bau der Sklera. *Anat. Anz.* 75. Erg.-Heft 104 (1932).
- Behr, C., Über Ophthalmomyiasis interna und externa (Die Fliegenlarven-erkrankung des Auges). *Klin. Mbl. Augenhk.* 64, 161 (1920).
- Buesa, L., Un caso de oftalmoculiasis externa par Oestrus ovis. *Arch. Soc. Oftalm. hisp.-amer.* 10, 145 (1950).
- Cass, E. E., A case of ocular myiasis. *Brit. J. Ophthalm.* 33, 385 (1949).
- Chassaing, Un cas de myase oculaire. *Bull. Soc. Ophtalm. de France* 1950, 246.
- Contreras-Jiménez, Francisco, Oftalmomiasis conjuntival. *Medicamenta (Madrid)* 11, 257 (1953).
- Dérér, Josef, Ein Fall von Ophthalmomyiasis interna. *Klin. Mbl. Augenhk.* 98, 339 (1937).
- Dransfield, J., Myiasis of palpebral conjunctiva. *Brit. Med. J.* Nr. 4513, p. 31 (1947).
- Eickemeyer, K. A., Eine Ophthalmomyiasis interna posterior durch lebende Dipterenlarve. 56. Sitzg. Dtsch. Ophth. Ges. Mü. 1950, p. 371.

- Esteban, M., Myiasis des Auges. Arch. Oftalm. hisp. amer. 30, 57 (1929).
- Farnarier, G., Sobrepère G. et Devaux, A., A propos de quatre cas de myase oculaire. (pseudo-chalazion parasitaire). Bull. Soc. Ophthalm. France 1952, 339.
- Guerra Grande, José Manuel, Consideraciones sobre un caso de oftalmoculiasis externa por „Oestrus ovis“. Arch. Soc. Oftalm. hisp.-amer. 12, 86 (1952).
- Handl, O., Ein Fall von Ophthalmomyiasis externa conjunktivae. Ophthalmolog. Ges. Wien, Sitzg.: 8. 10. 1951; Klin. Mbl. Augenhk. 121, 615 (1952).
- Hartmann, K., Bemerkungen zu der Arbeit Kiel: „Über die Erkrankung des Auges durch Fliegenlarven.“ (Kl. Mbl. f. Augenhk. 1954, Bd. 124, S. 194—200). Klin. Mbl. Augenhk. 125, 227 (1954).
- Hesse, E.: Eine Dipterenlarve in der Vorderkammer des Auges. Wien. klin. Wschr. 1949, 689.
- Jones, B. R., Human myiasis in New Zealand. Ophthalmomyiasis externa due to Oestrus ovis: report of a case. New Zealand Med. J. Suppl. 1951, 55.
- Kiel, E., Beitrag zu den Erkrankungen des Auges durch Fliegenlarven. Klin. Mbl. Augenhk. 88, 385 (1932).
- Kiel, E., Über die Erkrankung des Auges durch Fliegenlarven. Klin. Mbl. Augenhk. 124, 194 (1954).
- Krautner, K., Eine Dipterenlarve in der vorderen Augenkammer. Ztschr. f. Augenhk. IV, 269 (1900).
- Kreiker, A., Ein Fall von Ophthalmomyiasis externa. Graef. Arch. 127, 644 (1931).
- Kornilova, A. F., Zwei Fälle von Bremsenlarven in dem Conjunctivalsack des menschlichen Auges. Vestn. Oftalm. 29, 41 (1950).
- Linnen, H. J., Ophthalmomyiasis externa, ihre möglichen Folgeerscheinungen und Therapie. Klin. Mbl. Augenhk. 119, 19 (1951).
- López Marín, Ignacio, Un caso de Wohlfahrtiosis conjuntival. Arch. Soc. Oftalm. hisp. amer. 12, 1045 (1952).
- Mackay, Klin. Mbl. Augenhk. 47, 194 (1909).
- Nikolić, Nikola, Ophthalmooestriasis externa. Arch. Hig. Rada (Zagreb) 3, 315 (1952).
- Onken u. Hartmann, Ophthalmomyiasis interna in: Zeitfragen der Augenheilkunde. Stuttg. 1938, p. 252.
- Onorato, Raffaele, Le miasi in Tripolitania. Arch. ital. di scienza med. colon, 3, 14, 33, 69, 101, 155, 188, 216, 229, 261, 293 (1922).
- Purtscher, Adolf, Entfernung einer lebenden Larve von Hypoderma bovis aus dem Glaskörper. Ztschr. f. Augenhk. 57, 601 (1925).
- Reca, Atanasio und Héctor Raúl Picoli, Myiasis der Haut des Unterlids. Arch. oftalm. Buenos Aires 14, 433 (1939).
- Schmid, E., Beobachtungen über Ophthalmomyiasis. Klin. Mbl. Augenhk. 96, 42 (1936).
- Schnaudigel, Larven von Sarcophaga im Bindehautsack. Klin. Mbl. Augenhk. 91, 824 (1933).
- Sérgent, Edmond, La thimni, Myiase oculonasale de l'homme causée par l'Oestre du mouton. Archives de l'institut Pasteur d'Algérie XXX, 319 (1952).
- Siboni, D., Un cas de myiase oculaire à rhinoestrus. Ann. d'ocul. 185, 967 (1952).
- Silván, F., Miasis emigrante subcutanea con localizacion circunstancial en orbita. Arch. Soc. oftalm. hisp. amer. 12, 1189 (1952).

- Smith, Redmond, Ophthalmomyiasis in England. Brit. J. Ophthalm. 35, 242 (1951).
- Spanyol, V., Entfernung einer Fliegenlarve aus der Vorderkammer eines 11jährigen Knaben. Klin. Mbl. Augenhk. 96, 494 (1936).
- Suurküla, J., Durch Dipterenlarven verursachte Augenkrankheiten (Ophthalmomyiasis). 13. Beiheft d. Klin. Mbl. Augenhk. Stuttgart 1942.
- Wardill, T. E. M., Myiasis of palpebral conjunctiva. Brit. Med. J. Nr. 4504, p. 615 (1947).
- Weisz, Alexander, Zum Krankheitsbild der Ophthalmomyiasis interna. Českoslov. oftalm. 3, 337 (1937).

II. Teil.

(* Veröffentlichungen, die nur aus anderen Arbeiten bekannt geworden sind.)

- Alessandrini, G., Studi ed esperienze sulle larve della *Piophil casei*. Arch. Paras. 13, 337—382 (1909).
- *Baldassare, —, Boll. d'Oculist. 3, 663 (1924).
- *Baquis, —, Annal. di Ottalm. 24, 7; Ref. Jahresb. Ophthalm. 26, 240 (1895).
- Bau, Ar., Über die technisch-biologische Bedeutung der Oestriden, das verrirte Vorkommen ihrer Larven, sowie über Oestrus hominis, Hypoderma equi und alcis. Z. techn. Biol. 10 (3/4), 177—193 (1922).
- Behr, C. (1920), siehe Lit.-Verz. z. Teil I.
- Bergmann, Meddeland. från Stat. veterinärbakt. anst. 1916, 309. Stockholm.
- Z. Infektionskrankh., sanit. Krankh. u. Hyg. d. Haust. 20, 65 (1919).
- Bishopp, F. C., Laake E. W., Brundrett, H. M., and Wells, R. W., The Cattle Grubs or Ox Warbles, their biologies and suggestions for control. U. S. Dept. Agr. Bul. 1369, 120 pp. illus. (1926).
- Brauns, A., Morpholog. u. physiolog. Untersuchungen zum Halterenproblem unter besonderer Berücksichtigung brachypterer Arten. Zool. Jb., Abt. allgem. Zool. Physiol.; 59, 245—390 (1939).
- Die ökologische Bedeutung der Zweiflügler (Diptera). Beitr. z. Natk. Nieders.; 3, 1—20 (1949).
- Zur Kenntnis der Schadinsekten an Champignonkulturen. Nachr.-Bl. dtsh. Pflanzenschutzd., Braunschw.; 2, 153—156 (1950).
- Flügel- und Halterenreduktion bei Dipterenarten von den Kerguelen-Inseln. (Neue Untersuchungen zum Halterenproblem.) Dtsch. Zool. Ztschr.; 1, 196—221 (1951).
- Die Typen der Stigmenverteilung bei terricolen Dipterenlarven. Zool. Anz.; 150, 171—178 (1953 a).
- Beiträge zur Ökologie und wirtschaftlichen Bedeutung der aphidivoren Syrphidenarten (Diptera). — Beitr. z. Entomol. Berlin; 3, 278—303 (1953 b).
- Untersuchungen zur angewandten Bodenbiologie; Bd. 1: Terricole Dipterenlarven. (Eine Einführung in ein Sondergebiet der larvalen Dipterologie.) Göttingen (1954).
- Untersuchungen zur angewandten Bodenbiologie; Bd. 2: Puppen terricoler Dipterenlarven. Göttingen (1954; ersch. 1955).
- Brumpt, E. u. Neveu-Lemaire, M., Praktischer Leitfaden der Parasitologie des Menschen. 3. Aufl., übers. A. Erhardt. Berlin (1942).

- *Capolongo, —, Arch. di Ottalm. 5, 376; Ref. Jb. Ophthalm.; 29, 356 (1898).
- Eichler, W., Morphologische und biologische Merkmale mitteleuropäischer Dasselfliegen und ihrer Larven. III. Z. Parasitenk.; 12, 95—106 (1941 a).
— Über die Artzugehörigkeit der Dasselfliegenlarven aus dem Schlunde und aus dem Wirbelkanal. Arch. Tierheilk.; 76, 414—424 (1941 b).
- Eickemeyer, A. (1950): siehe Lit.-Verz. z. Teil I.
- Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. Band 5: Hymenoptera und Diptera. Berlin (1942).
- Galliard, H.: Un nouveau cas de myiase oculaire due à *Oestrus ovis* en France. Ann. de Parasitol. Humaine et Comp.; 12, 177—181 (1934).
- Galli-Valerio, B., Sur quelques cas de myiases observés chez l'homme. Schweiz. med. Wschr.; 1, 451—452 (1939).
- *Gradenigo, —, Revue gener. d'opht. 3; Ref. Jb. Ophthalm. 26, 239 (1895).
- Grandi, G., Ricerche sopra un Phoridae (Diptera) africano (*Aphiochaeta xantina* Speis.), con particolare riguardo alla morfologia esterna della larva. — Boll. del Lab. di Zool. gen. e agr. della R. Scuola sup. d'Agricoltura in Portici; 8, 243—263 (1914). (In italien. Sprache.)
- Hennig, W., Piophilidae in Lindner, E., Die Fliegen der Paläarktischen Region; Lfg. 151; Stuttgart (1943).
— Die Larvenformen der Dipteren. 3. Teil; Berlin (1952).
- Hope, F. W., On Insects and their Larvae occasionally found in the human Body. Roy. Ent. Soc., London, Trans.; 2, 256—271 (1840).
- James, M. T., The Flies that cause Myiasis in Man. U. S. Departm. Agriculture; Miscellan. Public. 631; Washington, D. C. (1947).
- Kirby, W. and Spence, W., An introduction to Entomology. Vol. 1, Ed. 3; London (1818).
- Lengersdorf, Fr. u. Mannheims, B., Das kleine Fliegenbuch. München (1951).
- Lindner, E., Diptera. In Schulze, P., Biologie der Tiere Deutschlands; Lfg. 5, Teil 38 (1923).
— Die Fliegen der Palaearktischen Region; Bd. 1, Lfg. 156, 388—392 (1948).
- Martini, E., Lehrbuch der medizinischen Entomologie. 3. Aufl.; Jena (1946).
- Mesnil, L., Larvaevorinae (Tachininae) in Lindner, E., Die Fliegen der Palaearktischen Region; Lfg. 153; Stuttgart (1944).
- Müller, R., Medizinische Mikrobiologie, 4. Aufl.; München-Berlin (1950).
- Natvig, L. R., Hypoderma lineatum als fakultativer Parasit eines norwegischen Mädchens. (Livr. Jubil. E. N. Pavlovsky, 1934: 25. anniv. scient.). — Parasites, Transmetteurs, Animaux Venimeux; 272—274 (1935).
— Über die Differentialdiagnose der Larven von *Hypoderma bovis* und *H. lineatum*. Hamburg, Inst. Schiffs- und Tropenkrankh. Festschr. B. Nocht, 386—393 (1937).
- *Neveu-Lemaire, M., Traité d'Entomologie medicale et veterinaire. Paris (1938).
- Patton, W. S., Notes on the Myiasis-producing Diptera of man and animals. Bull. Ent. Res.; 12, 239—261 (1921).
— Notes on some Indian *Aphiochaetae* ... whose larvae cause cutaneous and intestinal myiasis in man und animals ... Indian Jour. Med. Res.; 9, 683—691 (1922).

- *Portchinsky, J. A.: Wohlfahrtia magnifica Schin. Sa biologie et son rapport à l'homme et aux animaux domestiques. — Bur. Ent. Sci. Com. Min. Agr. Mem. 11 (9), Petrograd (1916). (In russischer Sprache.)
- v. Rohdendorf, B., Sarcophaginae in Lindner, E., Die Fliegen der Palaearktischen Region; Lfg. 39, Stuttgart (1930).
- Sarcophagidae. Akad. Nauk. S. S. R. Inst. Zool.; Faune de l'URSS. Insectes Dipteres; (n. s. 12), 19 (1) (1937). (In russischer Sprache, mit deutscher Zusammenfassung, pp. 393—496.)
- Schmid, F., Beitrag zur Biologie der Dasselfliegen. (Hypoderma bovis und H. lineatum.) Z. Infektionskrankh., parasit. Krankh. u. Hyg. d. Haust.; 55, 217—243 (1939).
- Schmitz, H., Phoridae in Lindner, E., Die Fliegen der Palaearktischen Region. Lfg. 123, 141, 147, 149, 160 u. ff. Stuttgart (1938 u. ff.).
- Séguy, E., La vie des Mouches et des Moustiques. „Bibliothèque Juventa“. Paris (1938).
- Étude biologique et systématique des Sarcophagines myiasigènes du genre Wohlfahrtia. Ann. Paras. hum. comp.; 18, 220—232 (1941).
- *— Introduction à l'étude des myiases. Rev. Brasil. Biol.; 8, 93—111 (1948).
- La Biologie des Diptères. Encycl. Entomol., Sér. A; 26 Paris (1950).
- Sergent, E. (1952), siehe Lit.-Verz. z. Teil I.
- Smart, J., A case of human myiasis due to Hypoderma. Parasitol.; 31, 130 bis 131 (1939).
- *— A Handbook for the Identification of Insects of Medical Importance. 2nd Edn. London (1948).
- Steiner, G., Die Fliegen und ihre Bekämpfung. Umschau; 1944, 1.
- Suurkula, J., (1942), siehe Lit.-Verz. z. Teil I.
- Thomsen, M., Stuefluen (Musca domestica) og Stikfluen (Stomoxys calcitrans). 176 de Beretning fra Forsøgslaboratoriet; udgivet af Den kgl. Veterinaer — og Landbohøjskoles landøkon. Forsøgslabor. København (1938).
- Thompson, W., Larvae of Cephonomyia in a mare's head. Insect Life; 2, 116 (1889).
- Vimmer, Ant., Larven und Puppen der zweiflügeligen Insekten Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Kulturpflanzenschädlinge. Prag (1925) (tschechisch).
- de Vos-de Wilde, Bodine, Contributions à l'étude des larves des Cyclorrhaphes, plus spécialement des larves d'Anthomyides. Diss. Amsterdam (1935).
- Wells, R. W. and Knipling, E. F., A report on some recent studies on Species of Gasterophilus occurring in horses in the United States. Jowa State Col. Jour. Sci.; 12, 181—203 (1938).
- *Wright, —, ... Amer. J. Ophthalm. 10, 411 (1927); Ref. Zbl. Ophthalm 19, 132 (1928).

Anschriften der Verfasser: Dozent Dr. med. habil. Dr. phil. H. Krümmel, Münster/Westf., Langenstr. 17 und Dr. rer. nat. A. Brauns, Staatliches Naturhistorisches Museum Braunschweig, Pockelsstr. 10 a.

Die Insektizid-Rückstände im Pflanzenschutz

Von Friedrich Bär

1. Vorkommen von Rückständen

Nach Beendigung des Einsatzes der Insektizide zur Schädlingsbekämpfung im Acker-, Garten- und Obstbau entziehen sich diese vielfach auch für den Menschen und Warmblüter giftigen Pflanzenschutzmittel in den meisten Fällen unserer weiteren Wahrnehmbarkeit, müssen aber genau beachtet werden bei Kultivierungsmaßnahmen und bei der Ernte. Soll gar das Erntegut der Ernährung des Menschen und der Nutztiere zugeführt werden, so sind die Rückstände solcher Giftstoffe die dauernde Sorge der Ernährungshygiene, die für die richtige Einschätzung und sorgfältige Vermeidung der damit verbundenen Gesundheitsgefahren verantwortlich ist.

Die zu erwartende Rückstandsmenge an der Oberfläche von Obst und Gemüse bei der Ernte ist eine Größe, die von zahlreichen Variablen abhängt: vom Anwendungsverfahren, von den Eigenschaften der chemischen Pflanzenschutzstoffe und von der Art und dem Zustand des behandelten Pflanzengutes.

Der Einfluß des Anwendungsverfahrens umfaßt: die Gebrauchskonzentration des insektiziden Mittels, die Häufigkeit seines Einsatzes, den Zeitpunkt der Anwendung im Hinblick auf die Entwicklung und die Größe des eßbaren Anteils der Pflanze — im Obstbau der Zeitraum von der Winterruhe und dem Knospenaufbruch bis zur Fruchtreifung —.

Die im Vordergrund des Interesses stehenden synthetischen Insektizide gehören den folgenden chemischen Verbindungsklassen an (vgl. Müller 1954):

- I. Chlorierte Kohlenwasserstoffe: Hexachlorcyclohexan, Lindan, DDT, DDD, Methoxychlor, Chlordan, Heptachlor, Toxaphen, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin.
- II. Pyrethrine: Allethrin, Cyclethrin und Synergisten („Piperonylbutoxyd“).
- III. Organische Phosphorverbindungen: E 605 (Parathion), Potasan, EPN, Schradan, Systox (Pestox), Metasystox, Diazinon, Malathion, Chlorthion, Diptorex.

- IV. Dinitrophenolverbindungen (Winterspritzmittel): Dinitrokresol, Dinitrobutylphenol, Dinitro-o-cyclohexylphenol (Dichlorcyclohexylaminsalz).
- V. Carbaminsäureester: Dimetan, Pyrolan, Pyramat, Isolan (vgl. Kolbezen, Metcalf u. Fukuto 1954).
- VI. Akarizide: organische Phosphorverbindungen, Sulfenon, Ovotran, Dimit, Aramit, Karathan, Neotran.

Diese Substanzen beeinflussen die Höhe der Rückstandsmengen: durch die Löslichkeit, Flüchtigkeit, Beständigkeit, durch das Haftvermögen, durch die Art der zur Anwendung gelangenden Zubereitungen z. B. in Form von Stäubemitteln oder Spritzmitteln unter Zugabe von Ölen als Lösungsmittel, von Netzmitteln (Emulgatoren) und Stabilisatoren (Fleck 1948, Turner u. Mitarb. 1951).

Das behandelte Produkt spielt eine Rolle: in der Berührung mit dem chemischen Stoff je nach der Art der Unterlage (Wachsschicht auf Früchten, große Oberfläche bei gewissen Gemüsearten), durch den Wachstumszustand — z. B. Herabsetzung der relativen Rückstandsmenge bei Zunahme der Fruchtgröße — und weiterhin im Zusammenspiel mit den klimatischen Verhältnissen (Sonne, Wind, Auswaschen durch den Regen), die sich neben den chemischen Veränderungen des insektiziden Stoffes vor allem während der Zeitdauer zwischen der Behandlung und der Ernte des pflanzlichen Produktes, die als Karenzzeit bezeichnet wird, auswirken können. Zur Minderung bzw. Ausschaltung von Restmengen und zur Vermeidung gesundheitlicher Schäden sind folgende Karenzzeiten vorgeschrieben: für Nikotin 8 Tage, für E 605 und DDT (auf Obst) 14 Tage, für DDT (auf Gemüse) 30 Tage.

Die Anforderungen an ein ideales Insektizid (siehe Müller 1954) — nämlich breites Wirkungsspektrum, lange Dauerwirkung, d. h. chemische Stabilität, keine oder geringe Toxizität gegenüber Warmblüter und Pflanze, keine Reizwirkung und kein bemerkenswerter Geruch, möglichst geringe bzw. keine Rückstandswirkung, niedriger Preis — sind leider bisher nur in einigen Punkten erfüllt, so daß die Bemühungen und Wünsche der Landwirtschaft einerseits und der Ernährungshygiene andererseits in der Schädlingsbekämpfung häufig in entgegengesetzter Richtung laufen: Die zum Schutze der Pflanzen wertvollen biologischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften eines chemischen Stoffes, wie starker Toxizitätsgrad, günstige Verteilung und zähes Haften an der Pflanze (Regenfestigkeit) sowie große Beständigkeit und das Bemühen, künstlich durch verschiedene Kunstgriffe eine Verlängerung der Giftwirkung herbeizuführen, erschweren außerordentlich die Bestrebungen zur Reinhaltung unserer Lebensmittel.

Gemäß ihrer Haftfestigkeit und chemischen Beständigkeit können die Insektizide des Pflanzenschutzes in drei Gruppen eingeteilt werden (s. auch Rep. to the Ministers of Agriculture & Fisheries etc. London 1953):

1. **Persistente Stoffe** (aktive Rückstände bestehen mehrere Monate): chlorierte Kohlenwasserstoffe, anorganische Verbindungen (Bleiarsenat, Kalkarsen, Kryolith), Petroleumöle.
2. **Semipersistente Stoffe** (aktive Reste nur für 1 oder mehrere Wochen): organische Phosphorverbindungen, Nitrophenole, Pyrethrum, Allethrin, Piperonylbutoxyd, Derris.
3. **Nichtpersistente Stoffe** (in einigen Tagen sind keine Reste mehr vorhanden): Nikotin, Blausäure (zur Citrusbehandlung).

Die nach der Ernte auf den pflanzlichen Produkten verbliebenen Reste können vor der Zubereitung — wie dies früher in einzelnen Fällen (Bleiarsenat und fluorhaltige Verbindungen) vorgenommen wurde — durch Behandlung mit besonders zubereiteten Lösungen (etwa kurzes Eintauchen in 10%ige Salzsäure) und sorgfältiges Abwaschen in Wasser (Abbrühen mit heißem Wasser) erheblich vermindert werden; auch durch Abwischen und Bürsten, sowie gegebenenfalls bei der Verarbeitung etwa durch Abmachen der Außenblätter und Stengel bei Gemüse. Die Rückstände von chlorierten Kohlenwasserstoffen und von organischen P-Verbindungen sind auf diese Weise von Obst (Äpfel, Pflaumen) kaum zu entfernen, da sie in der Wachsschicht der Oberfläche gelöst sind.

Solche Insektizide schalten praktisch in der Ernährungshygiene als Gefahrenquelle aus, die angewandt werden, bevor sich eßbare Anteile an der Pflanze entwickelt haben; denn sie verunreinigen das Lebensmittel selbst nicht (Winterspritzmittel).

Das Wirkungsspektrum der Insektizide umfaßt leider häufig auch nützliche Insekten, aber nicht die schädlichen Spinnmilben. Die spezifische bzw. selektive Wirkung auf diese Schädlinge üben chemische Stoffe aus, die man als **Akarizide** zusammenfaßt. Zu dieser Untergruppe gehören: verschiedene organische Schwefelverbindungen (Benzolsulfosäureester, Aramit, Lauryl-2-thiazolinylsulfid u. a.), chlorierte aromatische Verbindungen (Chlorbenzilat), organische Phosphorverbindungen (E 605, Systox, EPN u. a.), Karathane (Methylheptyldinitrophenylcrotonat).

2. Analytische Erfassung der Rückstandsmengen

Die Bestimmung der Insektizide im pflanzlichen Material ist unter Umständen mit erheblichen Schwierigkeiten und Fehlerquellen ver-

bunden. Für eine laufende Rückstandskontrolle der pflanzlichen Lebensmittel müßten erst Bestimmungsmethoden vorgeschrieben werden. Hierbei sind von den zahlreichen physikalisch-chemischen, chemischen und biologischen Verfahren solche auszusuchen und zu entwickeln, die einfach, aber hinreichend genau und spezifisch arbeiten; denn es ist analytisch nicht nur zwischen den verschiedenen Stoffklassen der Insektizide zu unterscheiden, sondern man muß auch einzelne Vertreter derselben Klasse abgrenzen können, wie die verschiedenen chlorierten Kohlenwasserstoffe DDT, DDD, Methoxychlor, Chlordan, Heptachlor, Endrin, Isodrin, Aldrin, Dieldrin usw. und sie außerdem von möglichen Umwandlungsprodukten unterscheiden. Die an sich empfindlichen biologischen Verfahren (Daphnientest, Fliegentest u. a.) scheitern oft an der Unmöglichkeit, reine Insektizid-Extrakte aus dem pflanzlichen Material herzustellen.

Die genaue und zuverlässig analytische Bestimmung der Insektizidreste dient als Voraussetzung für die Beurteilung der möglichen Gefährdung des Verbrauchers, also der gesamten Bevölkerung, durch die Aufnahme der aus dem behandelten Erntegut gewonnenen Lebensmittel.

3. Gesundheitliche Beurteilung der Rückstände in den Lebensmitteln

Wie allgemein bei Gegenwart chemischer Fremdstoffe in Lebensmitteln müssen, um die Ausstellung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit zu ermöglichen, auch hinsichtlich der Insektizidreste die nachstehenden Voraussetzungen erfüllt sein:

1. Bemerkenswerte wirtschaftliche Vorteile.
2. Wesentliche Verbesserung der Qualität des Lebensmittels oder Verminderung von nennenswerten Verlusten.
3. Einfache analytische Bestimmbarkeit, und als wichtigster Punkt
4. keine Schädigung des menschlichen Organismus bei dauernder Aufnahme des Stoffes mit dem Lebensmittel.

Zur Erfassung der letztgenannten Voraussetzung sind zunächst allgemeine Kenntnisse über die Toxizität der infragestehenden Substanzen nach Aufnahme über den Verdauungskanal der Versuchstiere erforderlich. Akute Giftigkeit der Insektizide: Die Einordnung der Mittel nach dem Grad ihrer akuten Toxizität, ausgedrückt durch die perorale LD_{50} bei der Ratte (die bei 50 % der Versuchstiere akute tödliche Dosis unter Abhängigkeit von der Form der Verabreichung) und die Unterbringung in eine der drei Abteilungen der Anlage I zur Polizeiverordnung (PoV) über den Verkehr mit giftigen Pflanzenschutzmitteln gibt zunächst ein grobes Maß für die Gefährlichkeit

möglicher Rückstände an frischem Obst und Gemüse. So befinden sich die hochgiftigen und giftigen Stoffe mit einer LD_{50} unterhalb von 100 mg/kg auch vorwiegend in der 1. und 2. Abteilung der PoV, ein Großteil der mäßig giftigen und einige leichtgiftige Insektizide (bis etwa 1500 mg/kg) in der 2. und 3. Abteilung. Ausnahmen bilden die leicht zersetzlichen Naturprodukte Rotenon, Ryania, Pyrethrum und Sabadilla, die synthetischen Pyrethrine und Synergisten (Piperonylbutoxyd), deren Einordnung in eine der Giftabteilungen nicht als erforderlich erachtet wird. Die Reihenfolge der Gefährlichkeit ändert sich für manche Insektizide, wenn andere Gesichtspunkte wie die chronische Giftwirkung, die Ausscheidungsverhältnisse und die Fähigkeit zur Speicherung im Gewebe zugrundegelegt werden.

Akute Giftigkeit der Insektizide: LD_{50} in mg/kg Ratte nach peroraler Verabreichung (in Klammern die Abteilung der Polizeiverordnung)

E 605	3,5—12,5	(1)	hochgiftig
Systox	4 —10	(1)	hochgiftig
Pestox	6,5—27,5	(1)	hochgiftig
Nicotin	8 —10	(1)	hochgiftig
Endrin	10 —12	(1)	hochgiftig
Isodrin	12 —17	(1)	hochgiftig
EPN	14,5—91	(?)	hochgiftig
Potasan	19	(1)	hochgiftig
Ca-arsenat	20	(1)	giftig
Dinitrokresol	26	(2)	giftig
Pb-arsenat	30—100	(1)	giftig
DDVP	56— 80	(?)	giftig
Metasystox	64	(1)	giftig
Aldrin	67	(2)	giftig
Toxaphen	69	(2)	giftig
Dieldrin	87	(2)	giftig
Heptachlor	90	(2)	giftig
Lindan	125	(3)	giftig
Rotenon	132	—	giftig
Kryolith	200	(2)	mäßig giftig
Diazinon	200—230	(2)	mäßig giftig
DDT	250	(2)	mäßig giftig
Dinitro-o-cyclohexylphenol	330	(2)	mäßig giftig
Chlordan	457	(3)	mäßig giftig
Dipterex	500	(2)	mäßig giftig
Hexa (techn.)	600	(3)	mäßig giftig
Ryania	750	—	mäßig giftig
DFDT	1120	(3)	mäßig giftig
Chlorthion	1200—1500	(2)	leicht giftig
Malathion	1400—1600	(2)	leicht giftig
Cyathrin	1400—4900	—	leicht giftig
Pyrethrum	1500	—	prakt. ungiftig
Derris	1500	—	prakt. ungiftig
Chlorbenzilat	3100	—	prakt. ungiftig
Sabadilla	4000	—	prakt. ungiftig
Methoxychlor	6000	(3)	prakt. ungiftig
„Piperonylbutoxyd“	8750—12800	—	prakt. ungiftig

Die akuten Vergiftungserscheinungen nach Aufnahme von Insektiziden spielen sich bei den Versuchstieren und bei menschlichen Unfällen überwiegend am Nervensystem ab.

Die ernährungshygienische Prüfung: Die allgemeinen Kenntnisse über die Intensität und Art der Giftwirkung größerer Insektizidmengen müssen erweitert werden — in Anpassung an die tatsächlich vorhandenen speziellen Bedingungen — durch gründliche Aufklärung der Wirkung geringer und geringster Mengen der Mittel, die mit der Kost in den Organismus geeigneter Versuchstiere gelangen. Diese Versuche werden überwiegend an Ratten durchgeführt, doch wird befürwortet, möglichst auch das Verhalten anderer Tierspezies, vor allem von Hunden, zu vergleichen.

Ganz allgemein gliedert sich die experimentelle Prüfung von chemischen Fremdstoffen in Lebensmitteln in ein umfassendes Schema; da man bestrebt ist, auch die feinen biologischen Wirkungen geringer Konzentrationen der chemischen Stoffe aufzudecken.

Schema der ernährungshygienischen Prüfung an der Ratte (tägliche perorale Verabreichung des Insektizids mit der Kost in der 100fachen Menge als sie praktisch im Lebensmittel zu erwarten ist, sowie in größeren nicht akut toxischen Konzentrationen)

Einwirkung des Stoffes über	Prüfung
2 bis 4 Monate	Biochemische Untersuchungen: Resorption, Verteilung, Umwandlung, Ausscheidung. Veränderungen des Blutbildes und der Organfunktionen, Kontrolle der Stoffwechselleistungen, Messung der Enzymaktivität verschiedener Gewebe
2 bis 3 Jahre	Kontrolle des Gesundheitszustandes, pathologisch-histologische Untersuchung: morphologische Veränderungen (Tumoren)
mehrere Generationen ..	Vermehrungsuntersuchungen über drei Generationen (Fruchtbarkeit, Mißbildungen usw.)

Im Hinblick auf die Tatsache, daß der Mensch während längerer Zeiträume den Einflüssen von Insektiziden in den Lebensmitteln unterworfen sein kann, wird die langdauernde Einwirkung ganz geringer Mengen auf verschiedene Lebensspannen der Versuchstiere geprüft, wobei von Fall zu Fall noch besondere Versuchsanordnungen wie die Prüfung der Allergenwirkung beim Meerschweinchen und der Einwirkung auf die Darmflora eingeschaltet werden müssen. Wichtig sind vor allem auch die Vermehrungsuntersuchungen. Bei regelmäßiger Aufnahme von 10 ppm E 605 (die Menge der organischen Phosphorverbindung bezogen auf die Gewichtsmenge des Futters), einer Konzentration, die zu keiner sichtlichen Erkrankung der Ratten Anlaß gibt, konnte

festgestellt werden, daß die dritte Generation der Nachkommenschaft nicht mehr lebensfähig ist (vgl. Barnes u. Denz 1954, S. 224).

Durch die genaue Prüfung und Festlegung der minimalen Stoffmengen, die gerade noch einen schädlichen Einfluß ausüben, kann man sich ein erstes Bild darüber machen, welche chemischen Stoffe überhaupt und welche Rückstandsmengen vom Standpunkt der Ernährungshygiene ohne weiteres vertretbar sind und welche mindestens zunächst zu keinerlei Bedenken Anlaß geben. Keineswegs darf eine Sicherheitskonzentration des Insektizids, die das 100fache der praktisch vorkommenden Menge im Lebensmittel beträgt, zu irgendwelchen bemerkenswerten Veränderungen im Versuchstier führen. Diese 100fache Sicherheitsgrenze stammt aus der Überlegung, daß der Mensch zehnmal geneigter für eine Schädigung ist als das übliche Versuchstier des Laboratoriums und daß der empfindlichste Mensch wiederum zehnmal empfindlicher ist als der durchschnittliche.

Das Lebensmittelgesetz, das die Reinheit unserer Lebensmittel regelt, muß sich mit der Festsetzung erlaubter Grenzzahlen bzw. Toleranzen in pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln befassen, also von Höchstmengen, bei denen nach den derzeitigen Erfahrungen mit einer Schädigung der menschlichen Gesundheit nicht gerechnet werden kann. In den USA hat man inzwischen die Bestimmungen über die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln gesetzlich geregelt und Grenzzahlen für die Rückstandsmengen auf bzw. in frischem Gemüse und Obst festgelegt (veröffentlicht im Federal Register USA 1955). Für folgende Insektizide werden überhaupt keine Rückstände geduldet: Calciumcyanid, Dinitrobutylphenol, Dinitrokresol, Hexaäthyltetraphosphat, Tetraäthylpyrophosphat, Blausäure. Von anderen giftigen Insektiziden sind folgende Höchstmengen (in ppm, bezogen auf die frischen Lebensmittel) in USA erlaubt, wobei jedoch nur eine Auswahl der angegebenen Stoffe für die einzeln aufgeführten Obst- und Gemüsearten in Frage kommt:

- 0,1 Aldrin, Dieldrin, Heptachlor,
- 0,3 Chlordan,
- 1,0 E 605, Dinitro-o-cyclohexylphenol (Dichlorcyclohexylaminsalz),
- 2,0 Nikotin und Nikotinhaltige Verbindungen,
- 3,0 EPN,
- 3,5 Calciumarsenat (als As_2O_3 berechnet),
- 5,0 Hexachlorcyclohexan,
- 7,0 DDT, TDE (DDD), Toxaphen, Bleiarsenat (als Blei), Fluorverbindungen (gebundenes Fluorid),
- 10,0 Lindan,
- 14,0 Methoxychlor.

Infolge der äußerst geringen Giftigkeit bzw. fehlenden Rückstandsbildung sind in USA für folgende Insektizide keine Toleranzwerte erforderlich: Petroleumöle, Synergisten (Piperonylbutoxyd, Piperonylcyclonen, N-Propylisome), Pyrethrum und Pyrethrine, Rotenon oder Derris, Rynania, Sabadilla.

Die oben angegebenen Toleranzwerte fügen sich im allgemeinen gut in die praktisch im Pflanzenschutz zu erwartenden Rückstandsmengen ein, sobald man sich an die gegebenen Vorschriften hält. Gelegentlich gefundene höhere Werte lassen die Rückstandskontrolle berechtigt erscheinen: unter anderem wurden folgende Beträge (in ppm) nachgewiesen (vgl. die Bestimmungen in USA): E 605 < 1 , Dinitrocyclohexylphenol (Salz) < 1 bis mitunter 5, EPN Spuren bis 2—3, Hexa und Lindan < 1 —15 (bei manchen Gemüsen), DDT und TDE < 7 , Fluorverbindungen (Kryolith) nicht > 7 . Eine vergleichende Betrachtung der bisherigen Ergebnisse der langdauernden Fütterungsversuche, vor allem an Ratten, unter Zugabe von Insektiziden zeigt, daß im allgemeinen bedeutend höhere Konzentrationen als die in USA für Obst und Gemüse — also nur für einen Teil der täglichen Nahrung — zugelassenen Höchstmengen erforderlich sind, um Krankheitserscheinungen oder Gewebsveränderungen in der Ratte nach täglicher Aufnahme einer gewissen Konzentration im Gesamtfutter hervorzurufen. Man glaubt sogar, daß z. B. folgende Insektizidmengen vom Menschen ohne Gefahr täglich aufgenommen werden könnten: 4 mg EPN (die perorale tödliche Dosis von E 605 wurde auf Grund eines Vergiftungsfalles zu 6,13 mg/kg Körpergewicht ermittelt), etwa 3 mg As_2O_3 und 5 mg DDT. Diese zunächst beruhigende Feststellung über die Harmlosigkeit der Toleranzwerte hat jedoch erst dann eine sichere Grundlage, wenn verschiedene Unsicherheitsfaktoren klar und in Rechnung gestellt werden:

1. Zunächst ist ein exakter Maßstab für die Aufstellung der Grenzzahlen, die sowohl eine Gewähr für die Gesunderhaltung der Bevölkerung als auch für den Schutz der Pflanze gegen die Insekten bieten sollen, schwer zu finden, wenn man sich auf ein ernährungsphysiologisches Bezugssystem etwa auf den calorischen Nährwert stützen will. Der maximale, minimale oder durchschnittliche Verbrauch der Bevölkerung an frischem Obst und Gemüse zeigt nach Menge und Art weitgehende geographische, jahreszeitliche und familiäre Variationsmöglichkeiten; auch spielt die Vielfalt der Verhältnisse und sonstigen Nahrungsgewohnheiten eine gewisse Rolle (Steigerung der Toxizität bestimmter Stoffe bei gleichzeitiger Aufnahme von Fetten und Ölen).
2. Gewisse Insektizide können in Form von Restmengen aus verschiedenen Quellen, die außerhalb der Maßnahmen des Pflanzenschutzes liegen und über andere Wege (tierische Lebens-

mittel, Wasser, Luft) in unseren Organismus eindringen. So bringt bereits normalerweise, neben der Aufnahmemöglichkeit über die Lungen und durch das Wasser, die Nahrung des Erwachsenen 0,2 bis 0,25 mg Blei (und 0,5 mg Arsen als As_2O_3) in den Körper. Es wäre also wohl wünschenswert, das Calcium- und Bleiarsenat im Ackerbau und Obstbau durch andere wirksame Insektizide abzulösen. Ein empfindlicher Indikator für die Einwirkung größerer Fluoridmengen ist die Schädigung der Zähne des Kindes, während der Zahnbildung. Während ein Fluorgehalt von < 1 ppm im Grundwasser für gesunde Zähne nötig ist, führen bereits 2—7,2 ppm zur Schädigung. Der wachsende Organismus des Kindes ist außerdem besonders gefährdet, wenn regelmäßig Spuren chlorierter Kohlenwasserstoffe (DDT) mit der Milch als Hauptnahrungsmittel und mit speziellen Nahrungsmitteln aufgenommen werden. Es besteht nämlich die Möglichkeit, daß das unter gespritzten Bäumen stehende mit Insektiziden verunreinigte Gras (vgl. auch die Anhäufung von DDT im Erdboden, Ginsburg 1955) sowie in Abfällen und Futtermitteln konzentrierte Giftreste vom Vieh aufgenommen werden. Bekanntlich schafft auch die Bekämpfung von Schmarotzern unserer Nutztiere eine Aufnahmequelle für Insektizide. Abgesehen von einer Erkrankung des Viehs geben solche Stoffe, die im tierischen Organismus angereichert werden — wie dies bei einigen chlorierten Kohlenwasserstoffen der Fall ist — Anlaß zu einer unliebsamen Verunreinigung der daraus gewonnenen tierischen Lebensmittel. Auf derartige Weise gelangen Toxaphen, Heptachlor, Chlordan und vor allem DDT in Fleisch, Fett, Milch (Käse, Butter) und Eier.

3. Die gesundheitliche Beurteilung mahnt auch weiterhin zur äußersten Vorsicht; sie stützt sich auf die Forderung, eine nur irgendwie praktisch mögliche Herabsetzung der Rückstandsmengen zu erreichen, sie konzentriert sich auf die organischen Phosphorverbindungen und auf die chlorierten Kohlenwasserstoffe, die im Brennpunkt der Forschung und Praxis stehen. Unsere Kenntnisse über die Wirkungsweise dieser beiden Insektizidgruppen im Warmblüterorganismus sind noch lückenhaft. So geben die bisher vorgefundenen geringen Enzymhemmungen allein keine ausreichende Erklärung für den genauen Mechanismus der Wirkung chlorierter Kohlenwasserstoffe. Neben der Cholinesterase-(ChE)Hemmung als Hauptwirkung organischer Phosphorverbindungen, deren Bedeutung für den Körper noch nicht in allen Teilen geklärt ist, sind noch andere Wirkungen dieser Stoffe im Versuchstier nachweisbar, wie z. B. eine Einwirkung auf andere Enzyme (Darmenzyme), das unterschiedliche Reagieren männlicher und weiblicher Tiere gegenüber

einigen Präparaten usw. Die Frage nach der Bedeutung einer nur geringgradigen Hemmung der ChE (90 % der Normalaktivität) bzw. einer durch die entsprechenden Insektizidmengen verunreinigten Kost, die noch keine Vergiftungserscheinungen hervorruft, läßt sich nach den derzeitigen Erfahrungen nicht beantworten.

Wirkungsweise im Warmblüter

Chlorierte Kohlenwasserstoffe

möglicher Zusammenhang der Wirkung mit Veränderungen der Cholinesterase (ChE)-Aktivität, des Sauerstoff-Verbrauchs u. verschiedener anderer Reaktionen im Nervengewebe. Die geringen Enzymhemmungen allein geben keine ausreichende Erklärung

Organ. P-Verbb.

als Hauptwirkung die Hemmung der ChE, damit im Zusammenhang eine Stimulation des parasympath. NS, ZNS und der motor.N., andere Wirkungen möglich

4. Besondere Vorsicht in der gesundheitlichen Beurteilung, auch ganz geringer Restmengen, ist angezeigt, wenn im experimentellen Tierversuch bei hohen Konzentrationen auffällige Veränderungen des Blutbildes oder andere alarmierende Reaktionen (Tumorbildung) zutage treten, wenn eine Schädigung spezifischer Organe (Leber) bei Konzentrationen, die keine Krankheitserscheinungen erkennen lassen (DDT) auftritt, wenn abnorme Stoffwechselveränderungen ohne sichtliche morphologische Anhaltspunkte hervorgerufen werden (Bedeutung geringer Enzymhemmungen?), wenn Insektizide sich im Gewebe anhäufen (DDT) und schließlich wenn die zur Anwendung gelangenden Präparate wechselnde Verunreinigungen enthalten (Chlordan) bzw. giftigere Umwandlungsprodukte bzw. Isomere (gewisse organische Phosphorverbindungen) entwickeln können (Patterson u. Lehmann 1953).

Die gesundheitliche Gefährdung des Menschen durch die Insektizid-Rückstände

Neben den soeben geschilderten Unsicherheitsfaktoren, die den Toleranzwerten anhaften und die oft auch nicht durch den 100fachen Sicherheitsfaktor überbrückt werden können, liegt die Verantwortlichkeit der Ernährungshygiene in der richtigen Deutung positiver und insbesondere negativer Befunde der Tierversuche und in ihrer maßgerechten Übertragung auf die vielgestaltigen Verhältnisse beim Menschen (Lebensbedingungen, Krankheitsdisposition usw.). Der Mensch wird durchaus nicht immer ähnlich wie das unter kontrollierbaren Bedingungen lebende Versuchstier einer bestimmten Zucht reagieren. Die Aussichten, toxische Effekte durch Insektizide in den Lebensmitteln aufzufinden, sind bei der Gesamtbevölkerung außerordentlich gering,

die in bestimmten Fällen abnorm stark und andersartig — etwa im Sinne einer Überempfindlichkeit (Allergie) — auf gewisse Einwirkungen reagieren kann und für die immer wieder neue Belastungsfaktoren in der Nahrung geschaffen werden. In der Klinik ist es unter den derzeitigen Bedingungen kaum möglich, den Nachweis allmählicher Umstimmungen oder chronischer Vergiftungsfälle nach Anwendung der Insektizide zu führen, da langdauernde Einflüsse entweder durch andere Krankheiten überlagert oder ihre Spur — etwa bei den sogenannten Zivilisationskrankheiten — kaum noch täglich zurückverfolgt werden kann.

Das Problem der DDT-Rückstände: Infolge der großen Beständigkeit (Persistenz) kann sich unter Umständen das DDT jahrelang nach erfolgter Anwendung (im Erdboden, in Speichern, auf pflanzlichen Produkten) halten und so über die verschiedensten direkten und indirekten Wege in unsere pflanzlichen und tierischen Lebensmittel und in das Wasser gelangen. Bei einer Kontrolle der in den Gasthäusern ausgegebenen Speisen wurden in USA (Walker, Goette u. Batchelor 1954) regelmäßig geringe DDT-Mengen festgestellt. So gelangt laufend dieser Stoff in den menschlichen Organismus und konnte dort auch bereits bei gelegentlicher Untersuchung entnommener Fettproben, als solcher und in Form seines Umwandlungsprodukts Dichlordiphenyldichloräthylen, in wechselnden Konzentrationen (als Durchschnittswert etwa 5 ppm) nachgewiesen werden, ohne daß etwa ein direkter Kontakt während einer Schädlingsbekämpfung erfolgt war. Auch in der Muttermilch konnten DDT-Reste ermittelt werden. Über das weitere Verhalten geringer DDT-Mengen im Körper nach der Speicherung und über die Möglichkeit von Reizwirkungen kann man sich noch kein Bild machen. Aus den Rattenversuchen weiß man lediglich, daß nach chronischer Einwirkung von etwa 1 ppm die Anhäufung im Fettgewebe beginnt und bei etwa 5 ppm bereits Gewebsveränderungen in der Rattenleber auftreten sollen. Die Prüfung der Frage der Gesundheitsschädlichkeit des DDT bei langdauerndem Kontakt innerhalb des Pflanzenschutzes müßte auch in Deutschland von klinischer Seite in einem größeren Maßstab durchgeführt werden, da man sich auf bloße Angaben, daß keinerlei Krankheitserscheinungen beobachtet wurden, nicht verlassen sollte. Bis jetzt konnte in USA an Hand des vorliegenden Untersuchungsmaterials aus der Praxis (Untersuchungen im Mississippi-Delta innerhalb der Schädlingsbekämpfung vgl. Hayes 1954) die Ansicht nicht bestätigt werden, daß infolge der DDT-Reste in der Nahrung oder durch dauernden Kontakt verschiedene z. T. neuartige Krankheiten ausgelöst oder begünstigt werden. Zuzufolge der Berechnungen in USA nimmt eine Person — unter Zugrundelegung der Möglichkeit, daß in allen aufgenommenen Speisen DDT

vorhanden ist (durchschnittlich etwa 0,31 ppm auf Trockengewicht bezogen) — gewöhnlich auf diesem Wege nicht mehr als 0,0026 mg/kg täglich (insgesamt etwa 2,5—5 mg) auf, während Freiwillige längere Zeit bis zu 0,5 mg/kg ohne sichtlichen Schaden vertrugen. Trotz dieser Beobachtungen bildet die regelmäßige DDT-Aufnahme für den Menschen eine potentielle Gefährdung und es wäre wünschenswert, derartige persistente Insektizide durch andere Stoffe oder Verfahren zu ersetzen. Zur Entwicklung spezifisch wirkender Insektizide, die möglichst überhaupt keine Gefahr für den Warmblüter darstellen, tragen die Untersuchungen über die Wirkungsweise der Mittel im Insekt bei. Der Mechanismus der insekticiden Wirkung (Winteringham, Bridges u. Hellyer 1955) chlorierter Kohlenwasserstoffe (Duspiva 1954, Winteringham u. Barnes, 1955), von Schradan bzw. Pestox (Casida 1955, O'Brien u. Spencer 1953, Casida u. Stahmann 1953) und von Pyrethrinen (Winteringham, Harrison u. Bridges 1955) konnte weitgehend geklärt werden.

4. Einfluß der Insektizide auf die Qualität der Lebensmittel

Nicht nur die analytisch nachweisbaren Rückstandsmengen zeigen ein durch Pflanzenschutzmaßnahmen verändertes Lebensmittel an, sondern es kann gegebenenfalls — als Negativ einer bereits zurückliegenden Einwirkung chemischer Stoffe auf das Naturprodukt — eine ungünstige Beeinflussung des natürlichen Zustandes, der Qualität unserer Nahrung und die Entstehung von Sekundärprodukten erfolgen. Eine Abweichung des Aromas von frischem Obst und Gemüse, etwa durch Überdeckung oder Umänderung der physiologisch wichtigen Aromastoffe (flüchtige Stoffe, ungesättigte Verbindungen), kann sich nach Insektizideinwirkung durch die Ausbildung eines faden Geschmacks bemerkbar machen. Solche feinen Geschmacksveränderungen wurden bereits von verschiedener Seite hervorgehoben (Leemann-Geymüller 1954, Rusin u. Andranova 1954); zu bedenken ist jedoch, daß allgemein einwandfreie Geschmacksprüfungen außerordentlich schwierig durchzuführen und individuellen Variationen in der Beurteilung unterworfen sind. Nach Anwendung von technischen Hexachlorcyclohexanpräparaten haftet dem behandelten Erntegut ein muffiger Beigeschmack an. Diese eindringliche Geschmacksüberlagerung durch eine Verunreinigung im technischen Produkt wird bei Verwendung von gereinigtem Lindan nicht angetroffen, das jedoch auch nach Behandlung des Bodens durch die Wurzeln in die Pflanze eindringen soll (Ehrenhardt 1954). Sogar die zweite Frucht (Erdnüsse) sollen nach Lindanbehandlung der ersten (Baumwolle) geschmackliche

Veränderungen erfahren (Nutrit. Rev. 12, 109, 1954), die sich bisweilen im Verarbeitungsprodukt oder in anderen Fällen während des Lagerns stärker bemerkbar machen können (Watts 1955).

Über die Erhaltung der Pflanzenqualität und über die Möglichkeit der Qualitätsverminderung der Inhaltsstoffe durch Insektizide brachte die Internationale Tagung: Pflanzenqualität — Nahrungsgrundlage 1955 in Rüdesheim interessante Einzelheiten.

5. Eindringen von Insektiziden in die Nahrungspflanzen

Während die meisten Insektizide des Pflanzenschutzes an der Oberfläche des behandelten Objekts haften und mitunter nur geringfügig in die Blattoberfläche oder in die Früchte eindringen (z. B. das E 605), gelangen einige Stoffe (Carbamate, organische Phosphorverbindungen vgl. auch Lindan) über die Wurzeln, Blätter und jungen grünen Pflanzenteile in die saftführenden Systeme (Unterstenhöfer 1954, vgl. Ferguson u. Alexander 1953), werden in der Pflanze verteilt und treffen dort auf ein spezifisches Stoffwechselgeschehen, das sie beeinflussen können, wobei sie selbst auf verschiedene Weise verändert werden.

Die Kontrolle der Umwandlung der in das Pflanzensystem eindringenden und gegen saugende Insekten wirksamen organischen Phosphorverbindungen Schradan (Pestox), Systox und Metasystox, unter Verlust der bestimmbaren Hemmwirkung des pflanzlichen Materials auf die Cholinesterase, ist außerordentlich wichtig, um den Zeitpunkt zu ermitteln, an dem das behandelte Erntegut ohne Gefahr für den Landarbeiter und Verbraucher geerntet werden kann. So hält sich die Giftigkeit der Pflanze nach Einwirkung von Schradan 3—4 Wochen, von Systox etwa 6 Wochen; dieser Zeitraum ist daher aus gesundheitlichen Gründen als Karenzzeit vorgeschrieben (nach neuesten Untersuchungen von Deichmann u. Rakoczy 1955 werden sogar als Sicherheitsperiode für Systox nur 21 Tage angegeben). Die Aufnahme und das Verweilen der wasserunlöslichen Mittel (Systox) wird beeinflusst von der Art und dem Wachstumszustand der Pflanze und von den klimatischen Verhältnissen (vgl. auch Bär 1954). Die durch die Pflanze gebildeten Stoffwechselprodukte sind hinsichtlich ihrer Art und Eigenschaften meist unbekannt. Lediglich die Umwandlung von Schradan in der Pflanze, eine biologische Oxydation, die zunächst zu einem N-Oxyd führt, wurde in eingehenden Untersuchungen geprüft und mit der Umwandlung im Säugetier- und Insektenorganismus verglichen. Zu einer solchen ist der Insektenorganismus weit mehr geeignet als die Pflanze; die höhere Empfindlichkeit der Insekten gegenüber dem Warmblüter bei Schradaneinwirkung wird den

Verschiedenheiten der einzelnen Cholinesterasen zugeschrieben (Casida 1955). Radioaktiv markiertes Schradan wurde nach Besprühen von *Sinapis alba* und *Borago officinalis* im Nektar und dem daraus gebildeten Bienenhonig nachgewiesen (Jones u. Thomas 1953). Mit der Aufnahme in die Pflanze bringt das Schradan chemische Veränderungen in Gang, so einen Anstieg des Kohlehydrat- und Nitratgehalts, eine Beeinflussung der Aktivität der Blatt-Phosphatase (Zeid u. Cutkomp 1951). Über eine überraschende Affinität des Schradan für Ölsamenprodukte (Baumwolle) berichten Metcalf u. Mitarbeiter (1955).

Zusammenfassung

Die Insekticid-Rückstände an oder in den Nahrungspflanzen bilden einen Sonderfall innerhalb der Frage der chemischen Fremdstoffe in unseren Lebensmitteln, die einer baldigen gesetzlichen Regelung unterworfen werden muß. Die Grundlage für eine solche liegt in der gesundheitlichen Beurteilung der jeweils vorhandenen Restmengen, die noch außerordentlich erschwert wird durch den Mangel einer planmäßigen lebensmittelchemischen Rückstandskontrolle und durch die Lücken in unseren Kenntnissen über die Wirkungsweise der giftigen Stoffe im Warmblüterorganismus. Das Fehlen geeigneter Voraussetzungen für die Prüfung chronischer Giftwirkungen in der Klinik macht eine maßgerechte Übertragung der Tierversuche auf die Verhältnisse beim Menschen mit ihren Mängeln und Schwierigkeiten erforderlich. Das zweifelsohne bestehende gesundheitliche Risiko kann nur durch sorgfältige Berücksichtigung aller Gefahrenmomente und durch das Bemühen eingeschränkt oder beseitigt werden, die in unsere Lebensmittel gelangenden Rückstandsmengen der Insektizide möglichst gering zu halten und spezifisch insektizide Stoffe ohne bemerkenswerte Giftigkeit für den Warmblüter zu entwickeln.

Literatur

- Bär, F.: Fütterungsversuche mit Systox-behandelten Zuckerrüben, *Arzneim.-Forsch.* 4, 668 (1954).
 Baier, W. E. u. Wilson, C. W.: Proposed basis for tolerances of insecticide residues in food products, *Food Drug Cosmetic Law J.* 9, 170 (1954).
 Barnes, J. M.: Toxic hazards of certain pesticides to man, *World Health Organiz. Monographic Series* No. 16 (1953).
 Barnes, J. M. u. Denz, F. A.: Experimental methods in determining chronic toxicity, *Pharmacol. Rev.* 6, 191 (1954).
 Casida, J. E.: Comparative enzymology of certain insect acetylsterases in relation to poisoning by organophosphate insecticides, *J. of Physiol.* 127, 20 P (1955).

- Casida, J. E. u. Stahmann, M. A.: Systemic insecticides, Metabolism and mode of action of schradan, *J. Agric. Food Chemistry* 1, 883 (1953).
- Deichmann, W. B. u. Rakoczy, R.: Toxicity and mode of action of systox, *Arch. Indust. Hyp.* 11, 324 (1955).
- Duspiva, F.: Zum Wirkungsmechanismus moderner synthetischer Insektizide, *Angew. Chem.* 66, 541 (1954).
- Ehrenhardt: Über die Wirkung des Hexachlorcylohexan als systemisches Insektizid, *Angew. Chem.* 66, 211 (1954).
- Federal Register USA Part 120: Tolerances and exemptions from tolerances for pesticide chemicals in or on raw agricultural commodities, S. 759, 1473, 1493 (1955).
- Ferguson, G. R. u. Alexander, C. C.: Systemic Insecticides, *J. Agric. Food Chemistry* 1, 888 (1953).
- Fleck, E. E.: Residual action of organic insecticides, *Indust. Eng. Chemistry* 40, 706 (1948).
- Ginsburg, J. M.: Accumulation of DDT in soils from spray practices, *J. Agricult. Food Chemistry* 3, 322 (1955).
- Hayes, W. J.: Agricultural chemicals and public health, *Pub. Health Rep.* 69, 893 (1954).
- Internationale Tagung: Pflanzenqualität-Nahrungsgrundlage 1955, Ref. in *Dtsch. Lebensm. Rdsch.* 1955, 296.
- Jones, G. D. G. u. Thomas, W. D. E.: Contamination of nectar with the systemic insecticide Schradan, *Nature* 171, 263 (1953).
- Kolbezen, M. J., Metcalf, R. L. u. Fukuto, T. R.: Insecticidal activity of carbamate cholinesterase inhibitors, *J. Agricult. Food Chemistry* 2, 864 (1954).
- Leemann-Geymüller, H.: Über die Beeinflussung von Geruch und Geschmack von Nahrungs- und Genußmitteln durch Verwendung systemischer Insektizide, *Mitt. Lebensmittelunters. Hygiene* 45, 412 (1954).
- Lepovsky, S.: Nutritional stress factors and food processing, *Advances in Food Res.* 4, 105 (1953).
- Metcalf, R. L., Fukuto, T. R., Reynolds, H. T. u. March, R. B.: Schradan residues in cotton and cottonseed products, *J. Agricult. Food Chemistry* 3, 1011 (1955).
- Müller, P.: Die Chemie der Insektizide, ihre Entwicklung und ihr heutiger Stand, *Experientia* 10, 91 (1954).
- O'Brien R. D. u. Spencer, E. Y.: Further studies on the insect metabolism of octamethylpyrophosphoramid, *J. Agricult. Food Chemistry* 1, 946 (1953), 3, 56 (1955).
- von Oettingen, W. F.: The halogenated hydrocarbons toxicity and potential dangers, *Pub. Health Service Publ. No.* 414, 1955.
- Patterson, W. J. u. Lehman, A. J.: Pesticides: some chemical considerations and toxicological interpretations, *Ass. Food Drug Offic. US* 17, 3 (1953).
- Rusin, N. M. u. Andronova, G. P.: Hygienische Bewertung von Lebensmittelprodukten nach Behandlung mit Benzolhexachlorid oder DDT, *Gigiena i. Sanit. (russ.)* 1954, No. 6, 34.
- Tilemans E. u. Dormal S.: Toxicité des produits phytopharmaceutiques envers l'homme et les animaux à sang chaud, *Parasitica* 8, 64 (1952).
- Turner, J. M., Saunders, D. H. u. Willeman, J. J.: Effect of some polyethylene glycol derivatives on the toxicity of nicotine to insects (*Conn. Agr. expt. Sta. Bull. No.* 543 (1951).
- Unterstenhöfer, G.: Über die Grundelemente der Inneren Therapie der Pflanze, *Anzeiger f. Schädlingk.* 27, 134 (1954).
- Walker, K. C., Goette, M. B. u. Batchelor, G. S.: Dichlordiphenyltrichloroethane and dichlorodiphenyldichloroethylene content of prepared meals, *J. Agricult. Food Chemistry* 2, 1034 (1954).

- Watts, J. G.: Effect of insecticides on phytotoxicity and off-flavor, *Farm Chemicals* 118, No. 5, 47, 50, 52 (1955).
- Wilson, J. R.: The problem of toxic spray residue on fruits and vegetables, *Food Drug Cosmetic Law Quart.* 1949, 85.
- Winteringham, F. P. W. u. Barnes, J. M.: Comparative response of insects and mammals to certain halogenated hydrocarbons used as insecticides, *Physiological Rev.* 35, 701 (1955).
- Winteringham, F. P. W., Bridges, P. M. u. Hellyer, G. G.: Mode of insecticidal action studied with labelled systems; Phosphorylated compounds in the muscle of the adult housefly *musca domestica* L., *Biochemical J.* 59, 13 (1955).
- Winteringham, F. P. W., Harrison, A. u. Bridges, M.: Absorption and metabolism of (¹⁴C) pyrethroids by the adult housefly *musca domestica* L. in vivo, *Biochemical J.* 61, 359 (1955).
- Zeid, M. M. J. u. Cutkomp, L. K.: Effects associated with toxicity and plant translocation of three phosphate insecticides *J. Econ. Entomol.* 44, 898 (1951).
- Agricultural poisons, *Brit. Med. J.* 1955 I 836.
- Chlorophenothane (DDT) — a blessing or a menace?, *J. Amer. Med. Ass.* 158, 1370 (1955).
- Report to the Ministers of Agriculture and Fisheries, Health and Food etc., Toxic chemicals in agriculture. Residues in food. London 1953.
- Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Dr. Fr. Bär, Berlin-Dahlem, Unter den Eichen 82—84.

Knötchenwurmbefall (*Ternidens deminutus*) bei Rhesusaffen

Von J. B o c h

(Mit 3 Abbildungen)

Neben Oxyuren sind Knötchenwürmer wohl die am häufigsten bei den Primaten vorkommenden Endoparasiten. Stiles (1929) hat in seiner Übersicht insgesamt 15 Oesophagostomum-Arten bei Affen beschrieben.

Allgemein findet man diese auch bei Haustieren weit verbreiteten Würmer in geschlechtsreifem Zustand auf der Schleimhaut des Colons, ihre im Wirtskörper ausreifenden Larvenstadien jedoch in Wurmknötchen der Dickdarmwand. Aus den mit dem Kot der befallenen Tiere ausgeschiedenen dünnschaligen Wurmeiern schlüpfen nach etwa 24 Stunden die rhabditiformen Larven (Larven I) aus. Diese nehmen intensiv Faekalbakterien als Nahrung auf, häuten sich zweimal innerhalb der nächsten 6 bis 8 Tage (je nach Feuchtigkeit und Temperatur) und sind dann invasionstüchtig. Diese nunmehr filariformen Larven dringen nach oraler Aufnahme aktiv in die epithelialen Schichten der Colon-Mucosa ein (B o r c h e r t 1954) und bilden während ihrer etwa 7 bis 10 Tage dauernden histotropen Phase hier stecknadelkopfgroße Knötchen. Nach ihrer dritten Häutung verlassen die Oesophagostomen ihre Knötchen wieder (K o t l a n 1948). Ein Teil der Larven bohrt sich in das Darmlumen zurück und erreicht dort nach einer letzten Häutung die Geschlechtsreife, der andere Teil aber wandert entgegengesetzt in die Muscularis und bis zur Subserosa, verursacht hier sehr heftige Gewebsreaktionen und damit die Bildung von nunmehr erbsengroßen Wurmknoten. Aber auch die vierte Häutung dieser Formen soll nach B o r c h e r t (1954) stets erst nach ihrer Rückkehr in das Darmlumen erfolgen.

Es ist nur allzu leicht verständlich, daß speziell diese sich entwickelnden und wandernden Larven schwere Schädigungen des Wirtstieres, bei starken Invasionen sogar tödliche Dickdarmentzündungen verursachen können, sowohl durch die Beeinträchtigung der Darmtätigkeit

allgemein als auch durch toxische Stoffwechselprodukte der Würmer sowie durch hinzutretende bakterielle Infektionen. In einzelnen Fällen werden nach Durchbruch solcher Wurmknötchen in die Bauchhöhle Peritonitiden beschrieben (Stockmayer 1931). Freilich ist der bestehende Wurmbefall in diesem Stadium durch die Kotuntersuchung noch nicht nachzuweisen, da keine Eiablage stattfindet. Man nimmt daher in solchen Fällen oft irrtümlich eine bakterielle Ursache der akuten Erkrankung an. So erklärt es sich auch, daß man den Oesophagostomen vielfach keinerlei pathogene Bedeutung zuspricht, sondern sie als harmlose Schmarotzer ansieht (Weinberg 1909). Auch Enigk (1949) mißt den wandernden Larven eine erhebliche pathogene Bedeutung zu. Er beobachtete bei nur mäßigem Oesophagostomum-Befall während der Praepatentperiode heftige katarrhalische Darmentzündungen, starke Gewichtsabnahme und hochgradige Anaemien.

Während sich also die Larven ausschließlich von lebendem Gewebe ernähren, saugen sich die geschlechtsreifen Würmer im Darm trotz ihrer, wenn auch nur schwach ausgebildeten Mundkapsel, nicht an der Schleimhaut fest (Wetzel 1934), sind demnach keine Blutsauger. Sie liegen in zähem, grau-weißem Schleim, der von der Darmschleimhaut unter dem Einfluß der Kopfdrüsensekrete des Wurmes abgesondert wird, und ernähren sich lediglich von den Entzündungsprodukten.

Im Verlauf der letzten 2½ Jahre hatte ich bei der parasitologischen Überwachung eines größeren Rhesusaffenbestandes Gelegenheit, bei Sektionen die Därme von über 30 verwurmten Rhesusaffen auf Endoparasiten, insbesondere auf Knötchenwürmer und die dadurch verursachten pathologisch-anatomischen sowie histologischen Veränderungen zu untersuchen. Während bei vorausgegangenen Kotuntersuchungen der teilweise stark abgemagerten und an schon länger bestehendem Durchfall leidenden Tiere, mit teilweise auch krustigen Ekzemen, Knötchenwurmeier nachzuweisen waren, ließ sich bei darauffolgenden Sektionen *Ternidens deminutus* als Erreger dieser Erscheinungen bestimmen.

Ternidens deminutus (*Triodontophorus deminutus*, *Globocephalus macaci*) ist im männlichen Geschlecht 10 mm, im weiblichen 14—15 mm lang (Sprehn 1932). Im Gegensatz zu anderen Arten ist die Kutikula des Vorderendes nur zu einer undeutlichen Kopfkappe erweitert und mit einer Querfurche versehen (Abb. 1), die kleine Mundkapsel mit einem äußeren und inneren Blätterkranz begrenzt. Das Männchen besitzt 2 lange Spikula, eine breite Bursa (Abb. 2) mit fein gezahntem Rand.

Die pathologisch-anatomischen Befunde stimmten in allen untersuchten Fällen im wesentlichen miteinander überein. Zwi-



Abb. 1. Vorderende von *Ternidens deminutus* (Rhesusaffe) 80-fach vergrößert.



Abb. 2. Hinterende von *Ternidens deminutus* (Rhesusaffe) 80-fach vergrößert.

schen den meist flüssigen Kotmassen des Dickdarmes lag, in grau-weißlichem Schleim eingebettet, eine große Zahl geschlechtsreifer Oesophagostomen. Nach Abspülen des Darminhaltes wurden sowohl im Caecum wie im Colon zahlreiche (in einem Falle über 400), durch die Schleimhaut durchschimmernde rötliche bis braune Knötchen deutlich. Zum Teil war dadurch die noch intakte Schleimhaut lediglich dünner und ins Lumen vorgewölbt, in akuten Fällen jedoch diffus gerötet, sulzig und nekrotisch, wie es H u t y r a - M a r e k (1945) auch bei der

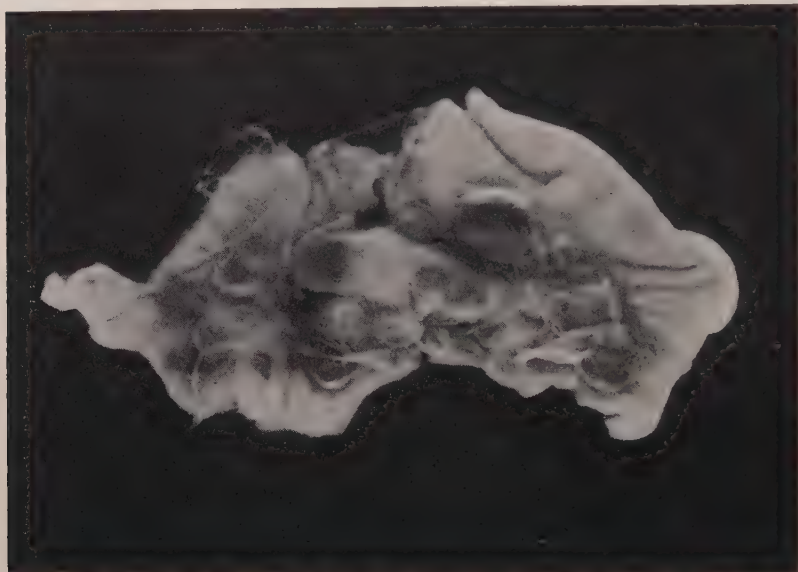


Abb. 3. Oesophagostomum-Knötchen (*Ternidens deminutus*) im Darm eines Rhesusaffen, natürl. Größe.

Oesophagostomiasis des Rindes beschreibt. In dem fast schokoladenbraunen, etwas teigigen Knötcheninhalt befand sich jeweils eine Larve. Aber auch gekammerte Knötchen wurden beobachtet, in denen sich mehrere Schmarotzer bewegten. Häufig beobachtete ich traubige Masierungen vieler erbsengroßer Knoten unmittelbar unter der Darmserosa oder zwischen den beiden Gekröseblättern mit einer allgemeinen ödematösen Durchtränkung der Umgebung (Abb. 3).

Die an vielen Einzelpräparaten erhobenen histologischen Befunde stimmen in vielem mit denjenigen von F i n k e l d e y (1931) überein, der eingehend die durch *Oesophagostomum brumpti* bei Javaneraffen verursachten Veränderungen untersuchte. Es zeigte sich nun, daß nur sehr wenig Knötchen in der Submucosa und Propria vor-

handen waren. Sie lagen in den allermeisten Fällen in der Subserosa und hatten eine erhebliche Größe. In den mit zelligem Detritus angefüllten Knötchen fanden sich neutrophile Granulocyten sowie eine Massierung von Lymphocyten, jedoch nur wenig eosinophile Zellen. Der Hauptanteil des Inhaltes bestand in einer amorphen, sich mit Erythrosin leicht anfärbenden Masse. Auch im Darmlumen der *Ternidens*-Larven ließen sich ähnliche Elemente färberisch nachweisen. Dieses breite Zentrum des Knötchens, in dem der lebende Wurm sich bewegte, war histologisch nach außen durch eine Ansammlung von Makrophagen und schließlich durch lymphocytäre sowie histiocytäre Elemente, auch reichlich mit Eosinophilen durchsetzt, demarkiert. Die einzelnen Knötchen zeigten die von Nieberle-Cohrs (1949) beschriebene typische Schichtung. Nie aber war eine völlige bindegewebige Abkapselung und Einengung der Wurmlarve zu erkennen, die naturgemäß wie dies Kotlan (1948) bei der Oesophagostomiasis der Schweine beschreibt. Ich nehme an, daß die Larven entweder durch ihre Stoffwechselprodukte oder auch durch besondere Fermente die völlige Abkapselung und damit ihre Zerstörung verhindern können.

Im histologischen Bild ließ sich recht gut der Wanderweg der Larven verfolgen. Nach Passieren des Magens werfen sie wohl ihre Scheide ab, dringen in die Caecum- und Colonschleimhaut ein und durchbohren Propria und Submucosa. Als Wirtsreaktion bilden sich hier nur sehr kleine Knötchen, in denen die Wurmlarven ihre dritte Häutung vollziehen. Dann wandern sie wieder in das Darmlumen zum Teil zurück. Ebenso wie Finkeldy (1931) beobachtete ich oftmals an der Stelle, wo die einzelne Larve das Knötchen darmlumenwärts verlassen hatte, einen aus Detritusmassen, Fibrin sowie Blutzellen bestehenden Pfropf, der sich durch den Schleimhautspalt in das Darmlumen vordrängte. Erst allmählich werden diese Zerfallsmassen demarkiert und die Schleimhautlücke vernarbt. Gleichzeitig kommt es in der Umgebung der durch Nekrose und Nekrobiose gekennzeichneten und mit eosinophilen Infiltraten angefüllten Gänge der sich ein- und ausbohrnden Larven zu entzündlichen, resorptiven und reparativen Prozessen. Ich glaube daher nicht, daß *Ternidens*-Larven vor Erreichen der Darmwand eine Lungenwanderung ausführen, wie dies Finkeldy (1931) von Oesophagostomum brumpti annimmt. Er hatte gleichzeitig mit den Knötchen im Dickdarm subpleural gelegene Lungenherde als Reaktion des Organismus auf durchwandernde Knötchenwürmer aufgefaßt. Meine Untersuchungen der jeweiligen Lungen ergaben zwar oft ähnliche Lungenveränderungen, die jedoch in jedem Falle entweder auf Tbc oder auf Pneumonyssus-Befall zurückgeführt werden konnten.

Besonders heftig sind die Reaktionen des Wirtskörpers, wenn die Larven nach Verlassen der in der Propria oder Submucosa gelegenen Knötchen nicht ins Darmlumen zu ihrer vierten Häutung zurückwandern, sondern weiter in die Muscularis und Subserosa vordringen. Neben der mechanischen Zerstörung von Teilen der Muscularis durch die wandernden Larven tritt, wohl bedingt durch die toxisch wirkenden Stoffwechselprodukte, ein scholliger Zerfall der Muscularis ein, wie Seifried (1934) ihn bei zahlreichen Infektions- und Invasionskrankheiten beschreibt. Gleichzeitig setzen reaktiv entzündliche Vorgänge ein mit Infiltration von vorwiegend Lymphocyten, eosinophilen Leucocyten sowie histiocytären Elementen und nachfolgenden umfangreichen Zellwucherungen.

Während man dieses entgegengesetzte Wandern der IV. Larven aber bisher nur mit der biologischen Besonderheit dieser Wurm-gattung zu erklären versuchte, nehme ich für dieses Verhalten immunisatorische Gründe an; denn immer dann, wenn geschlechtsreife Würmer im Darmlumen sich befanden, fehlten die kleinen Knötchen in den oberflächlichen Schleimhautschichten. Außerdem befanden sich die im Darmlumen festgestellten Parasiten stets auf der gleichen Entwicklungsstufe. Unter Immunität wird ja eine nach mehreren Invasionen erworbene vermehrte Widerstandsfähigkeit eines Wirtstieres gegenüber seinen spezifischen Parasiten verstanden. Immunität bedeutet jedoch im allgemeinen nicht das völlige Verschwinden der Würmer aus dem Tierkörper, sondern in vielen Fällen lediglich eine Verlangsamung der Entwicklung der Larven während ihrer histotropen Phase und eine Abschwächung der pathogenen Wirkung. Auch scheint die Immunität gegen Parasiten derselben Natur zu sein wie diejenige gegen Bakterien. Die Helminthen selbst oder ihre antigen wirkenden Stoffwechselprodukte bedingen die Bildung von Antikörpern. Derartige Antigen-Antikörper-Reaktionen treten bei solchen Würmern deutlicher auf, die eine Wanderung in verschiedenen Wirtsorganen oder zumindest in einzelnen Darmschichten vollführen. Je inniger also der Kontakt zwischen Wurm und Wurmträger ist, um so mehr Antikörper werden wirksam.

Ähnlich den *Oesophagostomum*-Larven machen diejenigen der kleinen Pferdestrongyliden (*Trichonema*) eine histotrope Phase in der Submucosa des Darmes durch. Auf Grund ähnlicher Beobachtungen vermutet Gibson (1953) für diese Wurm-gattung, daß die Entwicklung der *Trichonema*-Larven in der Mucosa (ebenfalls Bildung von Wurmknötchen) durch die gleichzeitig und schon längere Zeit im Darm sitzenden geschlechtsreifen Würmer gehemmt wird. Sie können ebenfalls lange Zeit (weit über die übliche Praepatentzeit hinaus) in den Knötchen in einem gewissen Ruhezustand verbleiben, ohne die Fähig-

keit zur Weiterentwicklung einzubüßen. Werden aber diese geschlechtsreifen Trichonemen durch Phenothiazin aus dem Pferdedarm entfernt, rücken nach Beobachtungen von Gibson (1953) die ruhenden Larven nach, wachsen zur Geschlechtsreife heran und hemmen nun ihrerseits wiederum die weitere Entwicklung neu eingedrungener Larven.

Entsprechend nehmen wir auch für die Knötchenwürmer der Primaten, insbesondere für *Ternidens deminutus*, ebenfalls immunisatorische Vorgänge an, welche die in der Mucosa sich häutenden Larven IV am Ausbohren in das Darmlumen hindern und sie zum tieferen Eindringen bis zur Serosa veranlassen. In diesen bis erbsengroßen Wurmknotten vermögen sie ihre Lebensfähigkeit so lange zu erhalten, bis die geschlechtsreifen Würmer im Darm abgestorben oder therapeutisch entfernt worden sind. Meine Vermutung wird dadurch noch bestärkt, daß nach einer Phenothiazinkur bei einigen Affen die Wurmeierausscheidung vollkommen aufhörte, aber nach etwa 35 Tagen trotz Verhinderung einer Neuinvasion wieder Eier im Kot der Tiere auftraten. Es waren also wohl die in den subserösen Wurmknotten sitzenden Larven nach Abtreibung der geschlechtsreifen Würmer aus dem Darm eingewandert und hatten die Entwicklung beendet. Freilich sind zur Klärung der auslösenden Ursache und des Wirkungsmechanismus dieser immunologischen Vorgänge noch weitere spezielle Untersuchungen notwendig.

Zusammenfassung

Nach einführender Besprechung der Literatur über die Oesophagostomiasis der Primaten werden die durch *Ternidens deminutus* bei Rhesusaffen (*Macacus cynomolgus*) verursachten pathologisch-anatomischen Veränderungen sowie die histologischen Befunde geschildert. Die Weiterentwicklung der in den subserösen Knötchen sitzenden Larven scheint gehemmt zu werden, solange geschlechtsreife Parasiten im Darmlumen leben. Werden diese durch ein Anthelminthikum abgetrieben, rücken die Larvenstadien nach. Zur Aufklärung des Wirkungsmechanismus dieser sicherlich immunologischen Vorgänge sind weitere Untersuchungen notwendig.

Literatur

- Borchert, A., Lehrbuch der Parasitologie für Tierärzte. Leipzig, 1954.
 Enigk, K., Tierische Helminthiasen. Zbl. f. Bakt. 154, 1949, 127—138.
 Finkeldey, W., Pathologisch-anatomische Befunde bei der Oesophagostomiasis der Javaneraffen. Ztschr. f. Inf. Krkhtn. der Haust. 40, 1931, 112—136.

- Gibson, T. E., The effect of repeated anthelmintic treatment with phenothiazine on the faecal egg counts of housed horses, with some observations on the life cycle of *Trichonema* in the horse. *J. of Helminth.* 27, 1953, 29—40.
- Hutyra-Marek, J., Spezielle Pathologie und Therapie der Haustiere. 9. Aufl., Jena 1945.
- Kotlan, A., Studies on the life history and pathological significance of *Oesophagostomum* of the domestic pig. *Acta Vet. Hung.* 1, 1948, 1—14.
- Nieberle, K. und Cohrs, P., Lehrbuch der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere. 3. Aufl., Jena 1949.
- Seifried, O., Lehrgang der Histopathologie für Studierende und Tierärzte. Berlin 1934.
- Sprehn, C., Lehrbuch der Helminthologie. Berlin 1932.
- Stiles, C. W. and Mabelle, O. N., Key-Catalogue of parasites reported for primates (monkeys and lemurs) with their possible public health importance. Washington 1929.
- Stockmayer, W., Erkrankungen und Todesfälle bei Affen infolge *Oesophagostomiasis intestini*. *Ztschr. f. Inf. Krkhtn. der Haust.* 39, 1931, 40.
- Weinberg, M., *Oesophagostomose des anthropoides et des singes inferieurs*. *Arch. de Parasit.* 1909, 13.
- Wetzel, R., Zur Ernährung und pathogenen Wirkung der *Oesophagostomen*. *DTW* 42, 1934, 602—603.

Anschrift des Verfassers: Priv.-Doz. Dr. J. Boch, Zoologisch-parasitologisches Institut der Tierärztlichen Fakultät der Universität München, München 22, Veterinärstraße 13.

10 Jahre Hauslichtfang (*Macrolepidoptera*)

Von E. H a e g e r

(Mit 1 Abbildung)

Gerade bei a n g e w a n d t - entomologischen Fragestellungen besteht sehr häufig die Notwendigkeit, quantitative faunistische Erhebungen über längere Zeiträume hinweg anzustellen. Da hierbei oft der Lichtfang in Frage kommt, aber über Grad und Grenzen der Eignung dieser Untersuchungsmethode noch nicht volle Übereinstimmung herrscht, möge hier ein mit großer Sorgfalt und Ausdauer erarbeiteter Beitrag eines Liebhaber-Entomologen zu diesem Thema veröffentlicht werden.

Die S c h r i f t l e i t u n g.

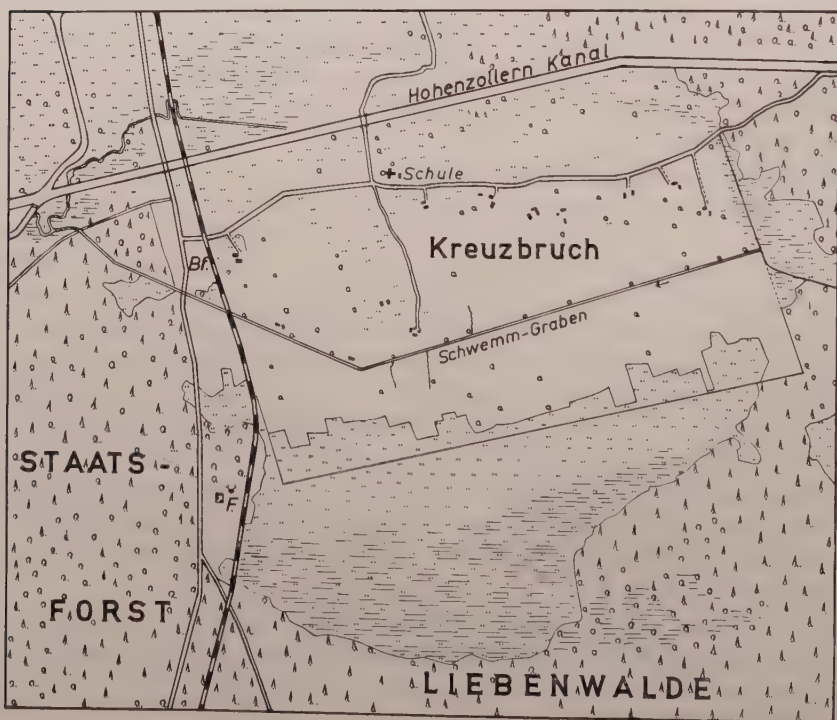
Früher in Pommern ansässig, wählte ich 1946 den kleinen Ort Kreuzbruch, Kreis Oranienburg, zu meinem neuen Wohnsitz. Kreuzbruch (siehe Kartenskizze) liegt im Bruchgelände des nördlichen Urstromtales, umrahmt von einem breiten Waldgürtel, 40 m ü. NN, 35 km nördlich von Berlin. Fast sämtliche Biotope, die man sich für das Tätigkeitsgebiet eines Insektensammlers wünschen kann, sind hier in einem Umkreis von wenigen Kilometern zu finden. Da ist in erster Linie der Wald von 4 bis 8 km Breite im mittelbaren Zusammenhang mit der bekannten Schorfheide zu nennen, der alle Formationen von dünnen Kiefern- und Fichtenbeständen bis zu reinen und gemischten Eichen- und Buchenrevieren mit viel Unterwuchs enthält. Pappeln, Erlen, Weiden, Birken und Eschen begleiten die Ufer des Großschiffahrtskanals, der durch Sumpf und Bruchstellen, Wiesen und Äcker führt. Einzelne Sanddünen, die ihre Entstehung den Windverwehungen der Nacheiszeit verdanken, ziehen sich mit ihrer eigentümlichen Flora als niedrige Hügelrücken durch die Dorfflur. Das Gebiet schien also in seiner Vielfältigkeit wie geschaffen für den Lichtfang, den ich in Pommern¹ 25 Jahre lang betrieben hatte (H a e g e r , 2, 3) und den ich hier nun fortzusetzen gedachte.

Meine Erwartungen wurden nicht enttäuscht. Insgesamt wurden in und um meinen Wohnort 705 Großschmetterlingsarten — allein an

¹ E. u. H. Urbahn (4).

meinem Hauslicht 547 Arten in über 73 000 Exemplaren — registriert, deren Belegstücke jederzeit in meiner in 80 „Mühlenkästen“ unterbrachten Sammlung eingesehen werden können. Die Zusammensetzung der Fauna läßt an Reichhaltigkeit darum nichts zu wünschen übrig, wie es die Tabelle 4 demonstriert, in der nur die Arten aufgenommen worden sind, die tatsächlich hier ans Licht kamen.

Ein anderer günstiger Umstand für den Lichtfang ist in der eigenartigen Struktur des Ortes gegeben. Erst vor 236 Jahren wurde das Dorf als Streusiedlung von 15 Schweizer Familien nach holländischem Muster im Kreuzbruch angelegt, in dem die wenigen Einzelgehöfte auf einem Areal von etwa 10 qkm verteilt sind. Da die Bauern Frühaufsteher, aber auch Frühzubettgeher sind, ist der Ort nach 22 Uhr rings in tiefes Dunkel getaucht, so daß meine Lichtquelle durch keine Konkurrenz beeinträchtigt wird. Vom Dachfenster des Schulhauses, das 5 m über dem Erdboden liegt, sendet eine starke elektrische Lampe in jeder Nacht, die nur einigermaßen einen Anflug verspricht, ihre Strahlen in die Weite. Bäume, die vor dem Hause hindernd im Wege standen, sind kurzerhand entfernt worden.



Die Frage, wie weit das Licht sich auf den nächtlichen Falterflug auswirkt, ist m. E. nicht eindeutig zu beantworten. Wenn Daniel (1) 50 m als Höchstgrenze annimmt, so bin ich der Auffassung, daß mit zunehmender Lichtstärke auch die Intensität der Fernwirkung zunimmt (diese Möglichkeit räumt auch D. ein), denn wie wäre sonst der Massenanflug bei der 1000-Watt-Lampe zu erklären (s. Tabelle 1). Um das Verhalten der Falter im Licht zu studieren, beobachtete ich in verschiedenen Entfernungen vom Hause (50—200 m) den Flug. Sobald der Falter auf seinen nächtlichen Streifzügen in den Lichtkegel gerät, beginnt er unruhig in Kurven, Spiralen und Zickzackbahnen sich dem Fenster zu nähern, um sich dann mit einem hörbaren Bums (besonders bei Schwärmern und Spinnern) auf die Leinwand zu stürzen. Je stärker das Licht, desto unruhiger und wilder wirbelt der Falter im Raum bis zur Ermüdung umher. Oft hat das eine mehr oder mindere Beschädigung der Tiere zur Folge.

Nicht alle Nachtflieder reagieren gleichmäßig. Es gibt starke, mittelmäßige und schwache Lichtflieger, manche durchstoßen den Lichtkegel, ohne sich von ihrer Flugbahn ablenken zu lassen. Anfänglich (1946 bis 1952) benutzte ich nur eine 100-Watt-Lampe, die später (1952/53) von einer 200-Watt-Lampe abgelöst wurde. Seit August 1954 wird mit einem 1000-Watt-Lichtkörper gearbeitet. Versuche mit verschiedenen Lichtstärken in verschiedenen Nächten mit annähernd gleichen Wetter-

Tabelle 1: Bestanflüge.

Zeit	Lichtstärke	Temperat.	Himmel	Luftfeuchtigk.	Arten	Stückzahl
19.8.54	100 W	24°	bedeckt	91%	93	402
15.8.54	200 W	25°	"	87%	111	450
9.8.54	1000 W	19°	"	95%	147	1750

Tabelle 2: Vor und nach Mitternacht.

Zeit	Lichtstärke	Temperat.	Himmel	Luftdruck	Artenzahl	Stückzahl
vor Mitternacht	200 W	18°	● ☞	↘	37	80
10.7. nach "	1000 W	15°	● ☞	↘	53	218
vor "	1000 W	20°	○	→	54	180
15.7. nach "	200 W	18°	○	→	23	56

bedingungen, vor und nach Mitternacht, erbrachten den eindeutigen Beweis, daß mit der Stärke der Lichtquelle die Anflüge zunehmen (Tabellen 1 und 2).

Meine Leuchtzeiten liegen von Mai bis August zwischen 22 bis 3 Uhr, für April und September Beginn bereits um 20 Uhr. Die besten Anflugwerte erbringen die Stunden um Mitternacht von 23 bis 1 Uhr, jahreszeitmäßig die Monate Juni bis August. Die nachfolgende Tabelle 3 zeigt die monatlichen Anflüge der beiden letzten Jahre in Art- und Stückzahl. Die starke Differenz im April und Mai zwischen 1954 und 1955 ist in dem ungünstigen Frühjahr 1955 begründet (trotz der 1000 Watt!).

Tabelle 3: Monatsanflüge.

Jahr	April		Mai		Juni		Juli		August		September		Oktober		Gesamt	
	Art.	Stück	Art.	Stück	Art.	Stück	Art.	Stück	Art.	Stück	Art.	Stück	Art.	Stück	Art.	Stück
1954	21	108	96	1090	186	3150	128	3091	257	7060	119	1163	7	24	427	15586
1955	5	72	4	47	166	2640	307	7340	238	9288	100	1440	60	230	442	21057

Die beste Lampe — selbst „Aladins Wunderlampe“ (Quecksilberdampf Lampe, Mischlicht) — bleibt wirkungslos, wenn die Wetterbedingungen ungünstig sind; das sind Vollmondnächte mit klarem Himmel, Temperaturen unter 10°, stürmische, naßkalte Winde, starker Regen, Nebel und langanhaltende Dürreperioden. Leider hat meine Bruchlage mit reichlicher Nebelbildung, besonders im Frühjahr (April, Mai) und Herbst (September, Oktober), einen empfindlichen Nachteil. Gegenüber Berlin liegen die örtlichen Temperaturwerte oft um 3—8° niedriger und bringen den Anflug dadurch zum Erliegen.

Die günstigsten Bedingungen schaffen gewitterschwüle Nächte mit hohem Feuchtigkeitsgehalt der Luft (über 80 %), Thermometerstände über 18°, wenig Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht, fallender Luftdruck kurz vor nahenden Schlechtwetterperioden. Sichere Prognosen, die einen guten Anflug garantieren, werden sich niemals stellen lassen, da der Insektenflug von vielen Faktoren abhängt, die sich nicht im voraus bestimmen lassen und zum Teil auch unbekannt sind. Meine Beobachtungen am Licht decken sich im großen und ganzen mit denen von Daniel-München (1).

Meine Lichtfanganlage ist denkbar einfach — sie wird sich immer nach den örtlichen Gegebenheiten richten müssen. Der von mir benutzte Raum ist ein abgeschlossener Korridor im ersten Stockwerk von 3 mal 3 m, die Wände hell gestrichen, die Türen gut abgedichtet, da viele Eulen das Bestreben zeigen, sich in Schlupfwinkeln zu verstecken. Die Lampe, zu der ein Anschluß vorhanden sein muß, hängt in der Mitte zwischen den geöffneten Fensterflügeln und der Leinwand als

Reflektor. Auf einem Tisch hinter der Leinwand liegen Namenslisten mit allen in Brandenburg vorkommenden *Macrolepidopteren*-Arten, in die sofort alle Anflüge mit Tag, Arten- und Stückzahl eingetragen werden. Daneben wird eine Liste mit Temperatur, Barometerstand, Luftfeuchtigkeit, Himmel, Windstärke und -richtung für jede Nacht geführt. Hier sitze ich bei starken Anflügen Stunde um Stunde — manchmal bis 3 Uhr früh — beobachtend, zählend, registrierend und fange das, was ich unbedingt für meine Sammlung als Belegstücke gebrauche. Die zur Zucht geeigneten ♀♀ wandern in die Eiablagebehälter. Um 3 Uhr ruft der Wecker, daß der nächtliche Flug beendet ist, das Fenster wird geschlossen, die „Besucher“ flüchtig überblickt, der Strom abgeschaltet, der Schlaf geht weiter. Von 6—7 Uhr erfolgt die Generalmusterung. An Wänden, Fußboden, Decke und Leinwand sitzen die sonst so flüchtigen Tiere friedlich und regungslos, die nun einer eingehenden Kontrolle unterzogen werden. Danach wird die ganze Schar mit einem weichen Federwisch auf eine Papptafel gekehrt und aus dem Fenster gewischt, wo sie sich auf dem Dach bald in alle Winde zerstreuen. Das Fenster bleibt bis zur eintretenden Dämmerung geöffnet, um den Zurückgebliebenen Gelegenheit zur Flucht zu geben, so daß mit Beginn der neuen Leuchtnacht sich kein Falter mehr im Raum aufhält.

Der Einwand, daß manche Tiere wiederholt anfliegen, ist nicht von der Hand zu weisen. Versuche (Daumenabdrücke auf dem rechten Flügel) haben ergeben, daß es wenig vorkommt, die Zahlenangaben also relativ richtig aufzufassen sind.

Zum Massengrab wird die Gluthitze der Lampe gelegentlich für Zuckmücken (*Chironomiden*)-♂♂, die oft zu Tausenden einen Geruch verbreiten, als befände man sich in der Backstube einer Bäckerei.

Der Hauslichtfang ist die bequemste und ergiebigste aller Fangarten, der während der ganzen Saison von (März) April bis Oktober (November) durchgeführt und durch den der Falterflug ununterbrochen überwacht und kontrolliert werden kann auch in den Nächten, in denen es an Zeit und Gelegenheit mangelt. In meiner Abwesenheit ist es für meine Frau eine Selbstverständlichkeit, die Fangvorrichtung in Betrieb zu setzen und den Anflug zu überwachen.

Gegenüber den Anflügen am Streichköder sind die Lichtanflüge — wenn auch relativ zu sehen — statistisch ungleich wertvoller, weil sie ein zuverlässigeres Bild über Häufigkeit, Flugzeit (nicht nur die Normalflüge mit ihren Grenzwerten, sondern auch die interessanten Früh- und Spätflüge kann man nur so beobachten — siehe Urbahn [5]) und Generationsfolge — wenn auch jahreszeitlich differenziert — ergeben. Die ganze Problematik des Köderanfluges gegenüber dem Licht soll ein Beispiel der Eule *Conistra vaccinii* L. zeigen. Im Herbst des

Jahres 1953 besuchte an 7 Abenden kein Falter den Köder, obgleich die Eule mehrfach an die Handlampe flog und mit dem Netz gefangen wurde. Im darauffolgenden Jahre, ebenfalls an 7 Abenden an gleicher Örtlichkeit und gleicher Zeit, wurden über 4500 Stück gezählt.

Die meisten meiner Erstfunde in Pommern und hier in Brandenburg (*Cucullia fraudatrix* Ev., *Eupithecia sinuosaria* Ev. u. a.) verdanke ich dem Licht; verschollen gehaltene Arten (*Acronycta strigosa* F., *Madopa salicalis* Schiff., *Ephyra orbicularia* Hb. u. a.) feierten an der Lampe ein Wiedersehen. Ohne mein Hauslicht hätte man wohl kaum etwas von *Grammodes stolidus* F. oder *Phytometra chryson* Esp. (Irrgäste) in Erfahrung gebracht. Wer Wert auf Variationsserien legt, kann sie hier mühsam zusammentragen. Ich nenne nur drei markante „Schwarz-künstler“, die eine Zierde meiner Sammlung sind: 1. *Sphinx pinastri unicolor* Spl. 1 ♂ 20. 6. 55; 2. *Hyperiodes turca athesiensis* Dannehl (= *obscura* oder *livida* Tutt) 1 ♂ 12. 7. 55; 3. *Archanara dissoluta* Tr. (Nennform) 1 ♀ 27. 7. 49.

Wenn dem Lichtfang, der im letzten Dezennium so populär gewordenen Fangart in vielfacher Hinsicht in Superlativen ein Loblied gesungen wurde, so darf man dabei doch nicht verkennen, daß es für den gewissenhaften Faunisten eine Selbstverständlichkeit ist, sich nicht ausschließlich dieser Methode zu bedienen, wenn er Wert auf eine möglichst gründliche Erforschung seines Gebietes legt, denn sie führt — hierin gehe ich mit dem Hamburger Entomologen G. Warnecke völlig konform — zur Einseitigkeit und birgt die Gefahr in sich, daß unbequeme Sammel- und Beobachtungsmöglichkeiten vernachlässigt werden. Es gäbe also ein schiefes Bild der Fauna, das keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben könnte, also unwissenschaftlich sein würde. Abgesehen von den Tagfaltern sind viele Arten nicht heliophil, die danach nicht im Faunenverzeichnis erscheinen würden. Eifrig wird er daher auch Netz, Köderpinsel und Klopfschirm benutzen. Obenan wird natürlich die Zucht von möglichst vielen Arten stehen müssen.

Die Auswertung der Lichtfanglisten erfolgt im Winterhalbjahr. Sämtliche gesammelten Beobachtungen des Jahres (auch die des Tagebuches) werden in Karteikarten (über 900 Stück z. T. mit Fotos der charakteristischen Biotope) übernommen, so daß man mit den Jahren ein übersichtliches Bild der biologischen und morphologischen Verhältnisse jeder Art gewinnt. Nur auf diese Weise war es möglich, die nachstehende Tabelle 4 über einen Zeitraum von 10 Jahren aufzustellen. Alle Eintragungen sind mit der größtmöglichen Gewissenhaftigkeit vorgenommen worden. Wer die erwähnte „Pommernfauna“ studiert hat, wird sich von der exakten Arbeitsweise seiner Verfasser und der Mitarbeiter überzeugt haben.

Tabelle 4: Lichtfangliste von 10 Jahren in Kreuzbruch (1946—1955).

Lfd. Nr.	Name	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	Ges.	Bemerkungen
1	<i>Nola cuculatella</i> L.	10	5	4	33	14	21	26	6	8	14	141	♂: ♀ = 10:1
2	<i>N. alba</i> Schiff.	21	3	6	11	11	20	8	1	11	31	126	♂: ♀ = 2:1
3	<i>N. strigula</i> Schiff.	1	—	—	—	—	—	—	4	—	—	2	K: L = 1:2
4	<i>Celama centonatis</i> Hbn.	25	12	1	2	7	10	11	1	8	45	122	K: L = 1:25
5	<i>Comacla senex</i> Hbn.	6	2	—	—	—	4	—	—	—	5	11	♂: ♀ = 5:1
6	<i>Mitrochrista miniata</i> Forst.	6	—	—	7	9	11	1	—	9	73	116	♂: ♀ = 1:1
7	<i>Philea irrorella</i> Cl.	—	—	—	—	—	1	1	1	—	5	11	♂: ♀ = 5:1
8	<i>Cybostia mesomella</i> L.	4	3	5	1	1	1	5	2	2	16	40	♂: ♀ = 4:1
9	<i>Oeonistis quadra</i> L.	—	—	—	—	—	1	—	—	3	2	4	♂: ♀ = 3:1
10	<i>Lathosia deplana</i> Esp.	—	1	—	—	—	4	1	—	5	26	58	♂: ♀ = 20:1
11	<i>L. griseola</i> Hbn.	8	4	1	8	1	—	2	4	13	36	11	♂: ♀ = 2:1
12	<i>L. lurideola</i> Zinck.	3	9	2	—	20	64	13	17	52	115	466	♂: ♀ = 2:1
13	<i>L. complana</i> L.	49	9	37	90	8	31	7	7	50	76	279	♂: ♀ = 2:1
14	<i>L. lutarella</i> L.	42	20	21	17	—	—	—	2	6	13	24	♂: ♀ = 2:1
15	<i>L. pallifrons</i> Z.	1	1	1	—	—	—	1	—	2	—	3	♂: ♀ = 2:1
16	<i>L. sororcula</i> Hufn.	—	—	—	—	12	36	6	30	55	37	233	nur 1 ♀
17	<i>Pelosa muscerda</i> Hufn.	24	5	3	25	—	—	—	—	—	—	1	♂: ♀ = 3:1
18	<i>P. obtusa</i> HS.	1	—	—	—	—	10	4	2	33	7	75	♂: ♀ = 3:1
19	<i>Cosmia cribrum</i> L.	9	1	2	4	3	28	7	50	345	276	1009	♂: ♀ = 3:1
20	<i>Phragmatobia fuliginosa</i> L.	145	15	12	38	93	93	85	33	97	123	510	♂: ♀ = 4:1
21	<i>Spilarctia lutea</i> Hufn.	60	4	6	4	5	168	60	63	380	395	1321	♂: ♀ = 3:1
22	<i>Spilosoma menthastris</i> Esp.	83	30	34	37	71	50	10	27	110	102	359	♂: ♀ = 3:1
23	<i>Sp. urticae</i> Esp.	35	2	5	6	12	—	1	1	1	—	3	♂: ♀ = 3:1
24	<i>Diaphora mendica</i> Cl.	—	—	—	—	—	—	21	34	31	34	188	♂: ♀ = 3:1
25	<i>Diactisia sannio</i> L.	10	10	3	12	11	22	20	9	122	327	619	♂: ♀ = 2:1
26	<i>Arctia caja</i> L.	30	10	10	29	26	36	1	—	—	—	2	♂: ♀ = 2:1
27	<i>A. hebe</i> L.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	3	♂: ♀ = 2:1
28	<i>Callimorpha dominula</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	♂: ♀ = 2:1
29	<i>Dasychira fascetina</i> Esp.	—	—	—	—	—	—	—	3	22	48	82	♂: ♀ = 2:1
30	<i>D. pudibunda</i> L.	5	1	1	1	2	—	—	—	—	—	3	♂: ♀ = 2:1
31	<i>Orgyia antiqua</i> L.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	64	nur 1 ♀
32	<i>Laelia coenosa</i> Hbn.	2	—	—	—	—	8	—	—	6	15	32	♂: ♀ = 2:1
33	<i>Stilpnolia salicis</i> L.	4	—	5	14	10	8	1	1	16	7	32	nur 1 ♀
34	<i>Lymantria dispar</i> L.	—	—	—	—	—	6	3	—	—	—	—	

Lfd.	Nr.	Name	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	Ges.	Bemerkungen
35		<i>L. monacha</i> L.	1	1	33	9	5	3	1	—	6	7	66	♂♂ : ♀♀ = 40 : 1
36		<i>Porthesia similis</i> Fuessl.	31	26	16	44	63	145	142	91	190	360	1108	♂♂ : ♀♀ = 20 : 1
37		<i>Euproctis chrysorrhoea</i> L.	15	10	4	77	29	57	9	77	62	22	362	♂♂ : ♀♀ = 6 : 2
38		<i>Thaumetopoea processionea</i> L. ..	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	6	♂♂ : ♀♀ = 2 : 1
39		<i>Th. pinivora</i> Tr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
40		<i>Malacosoma neuustria</i> L.	2	3	7	46	36	130	16	26	156	77	499	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
41		<i>M. castrensis</i> L.	—	1	—	—	1	—	—	—	—	7	9	♂♂ : ♀♀ = 1 : 2
42		<i>Poecilocampa populi</i> L.	1	—	—	—	2	1	—	16	—	7	23	♂♂ : ♀♀ = 1 : 2
43		<i>Lasiocampa trifolii</i> Esp.	2	—	—	2	4	2	4	3	6	7	30	♂♂ : ♀♀ = 1 : 2
44		<i>Macrothylacia rubi</i> L.	1	2	—	1	—	3	—	—	10	4	21	nur 1 ♀
45		<i>Cosmotriche potatoria</i> L.	4	3	2	2	6	9	8	3	16	75	128	♂♂ : ♀♀ = 2 : 1
46		<i>Gastropacha quercifolia</i> L.	4	1	1	—	1	—	1	—	3	3	14	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
47		<i>G. populifolia</i> Esp.	3	—	—	—	—	—	—	—	1	1	5	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
48		<i>Odonestis pruni</i> L.	7	1	5	7	13	7	1	—	25	47	113	nur 3 ♀♀
49		<i>Dendrolimus pini</i> L.	1	4	8	13	—	—	—	—	10	10	46	nur 3 ♀♀
50		<i>Eudia pavonia</i> L.	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	3	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
51		<i>Sphinx ligustri</i> L.	19	1	2	1	2	1	1	2	4	8	40	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
52		<i>Sph. pinastri</i> L.	11	2	—	—	—	—	—	—	15	22	52	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
53		<i>Mimas tiliae</i> L.	2	1	—	—	—	—	2	—	2	3	10	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
54		<i>Smerinthus ocellata</i> L.	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
55		<i>Amorpha populi</i> L.	29	5	5	19	2	11	4	3	29	73	155	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
56		<i>Clerio euphorbiae</i> L.	8	—	2	10	11	12	5	5	27	93	199	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
57		<i>C. galii</i> Schiff.	—	—	—	—	—	—	—	—	5	7	20	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
58		<i>Pergesa elpenor</i> L.	8	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
59		<i>P. porcellus</i> L.	1	—	—	2	6	8	—	2	7	79	113	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
60		<i>Cerura bicuspis</i> Bkh.	—	—	—	—	—	2	3	1	4	6	17	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
61		<i>C. furcula</i> Cl.	7	—	1	1	—	1	—	—	1	1	3	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
62		<i>C. bifida</i> Hbn.	2	—	—	—	—	1	—	—	3	4	10	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
63		<i>Dicranura erminea</i> Esp.	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	3	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
64		<i>D. vinula</i> L.	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	1	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
65		<i>Gluphisia crenata</i> Esp.	—	—	—	—	—	—	—	—	5	8	16	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
66		<i>Drymonia trimacula</i> Esp.	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1
67		<i>Dr. chactonia</i> Hbn.	—	—	—	4	6	1	1	—	—	2	14	nur 4 ♀♀
68		<i>Pheosia tremula</i> Cl.	2	—	1	3	1	4	2	3	14	53	83	nur 3 ♀♀
69		<i>Ph. dictaeoides</i> Esp.	2	—	2	5	9	—	7	6	21	31	83	nur 3 ♀♀
70		<i>Notodonta dromedarius</i> L.	5	—	1	—	—	—	—	3	5	24	38	♂♂ : ♀♀ = 30 : 1

71	<i>N. ziczac</i> L.	3	—	—	—	1	13	3	1	4	3	46	74	♀:♂ = 3:1
72	<i>N. phoebe</i> Sieb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4	6	♀:♂ = 2:1
73	<i>N. tritophus</i> Esp.	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	2	♀:♂ = 3:1
74	<i>N. anceps</i> Goetz	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1	1	4	♀:♂ = 2:1
75	<i>Lophopteryx camelina</i> L.	32	1	4	6	—	11	17	9	4	42	95	221	♀:♂ = 30:1
76	<i>Pterostoma palpinum</i> L.	36	3	6	11	21	21	24	8	6	40	57	212	♀:♂ = 10:1
77	<i>Phalera bucephala</i> L.	13	3	3	6	18	15	15	1	10	41	142	252	♀:♂ = 3:1
78	<i>Pygaera anastomosis</i> L.	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2	♀:♂ = 3:1
79	<i>P. curtula</i> L.	11	—	—	1	3	3	26	3	—	30	29	106	♀:♂ = 3:1
80	<i>P. anachoreta</i> F.	—	—	—	—	—	2	13	1	1	11	15	44	♀:♂ = 3:1
81	<i>P. pigra</i> Hufn.	3	1	—	—	1	—	4	—	—	20	25	54	♀:♂ = 30:1
82	<i>Drepana falcataria</i> L.	10	2	5	3	3	12	19	5	6	97	82	241	♀:♂ = 20:1
83	<i>Dr. curvatula</i> Bkh.	16	2	1	—	—	13	5	2	—	35	68	142	♀:♂ = 2:3
84	<i>Dr. lacertinaria</i> L.	7	1	1	—	—	1	2	1	2	5	19	39	♀:♂ = 10:1
85	<i>Dr. binaria</i> Hufn.	—	—	1	—	—	1	—	—	—	1	—	5	♀:♂ = 10:1
86	<i>Dr. cultraria</i> F.	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	—	4	♀:♂ = 10:1
87	<i>Cilix glaucata</i> Scop.	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	3	♀:♂ = 10:1
88	<i>Habrosyne derasa</i> L.	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	4	7	♀:♂ = 15:1
89	<i>Thyatira batis</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6	8	15	♀:♂ = 0:7
90	<i>Palimpsestis fluctuosa</i> Hbn.	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	2	7	♀:♂ = 15:1
91	<i>P. duplaris</i> L.	10	1	—	1	1	—	—	1	—	—	19	32	♀:♂ = 3:1
92	<i>P. or</i> F.	1	1	—	—	—	—	—	2	—	6	21	36	♀:♂ = 0:1
93	<i>*Polyplaca diluta</i> F.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	♀:♂ = 0:10
94	<i>P. flavicornis</i> L.	—	4	—	—	1	3	—	—	—	2	—	10	♀:♂ = 5:1
95	<i>Epsema caeruleocephala</i> L.	1	13	—	—	5	14	1	—	20	10	28	92	♀:♂ = 4:1
96	<i>Cochlidion limacodes</i> Hufn.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	5	♀:♂ = 1:1
97	<i>Sterriopteryx hirsutella</i> Hbn.	—	—	—	—	—	1	—	—	1	9	3	14	♀:♂ = 5:1
98	<i>Cossus cossus</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	♀:♂ = 5:1
99	<i>Zeuzera pyrina</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	♀:♂ = 4:1
100	<i>Phragmataecia castanea</i> Hbn.	4	1	1	—	—	1	2	—	1	1	4	15	♀:♂ = 1:1
101	<i>Hepialus humuli</i> L.	—	—	—	6	—	1	—	—	—	—	—	1	♀:♂ = 5:1
102	<i>H. sylvinus</i> L.	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	8	♀:♂ = 5:1
103	<i>Diphthera alpinum</i> Osb.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	♀:♂ = 5:1
104	<i>Colocasia corlyi</i> L.	18	—	—	5	—	6	11	3	1	7	8	58	♀:♂ = 5:1
105	<i>Simyra nervosa</i> F.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	♀:♂ = 5:1
106	<i>Arslonche albovenosa</i> Goeze	24	1	2	4	—	1	2	—	—	8	11	53	♀:♂ = 1:2
107	<i>Acronycta strigosa</i> F.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	♀:♂ = 1:2
108	<i>A. rumicis</i> L.	40	5	1	102	—	20	43	9	40	257	368	885	♀:♂ = 1:2

*) Neu f. Brandenburg. — *) K:L = Köder zum Licht.

Lfd.	Nr.	Name	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	Ges.	Bemerkungen
109		<i>A. cuspis</i> Hbn.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	♂
110		<i>A. psi</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	♂
111		<i>A. aceris</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2	♂
112		<i>A. auricoma</i> F.	—	—	—	—	3	—	—	—	—	2	8	♂
113		<i>A. menyanthidis</i> View.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	♂
114		<i>A. megacephala</i> F.	1	—	1	3	2	3	1	1	2	11	25	K:L = 1:1
115		<i>A. abscondita</i> Tr.	—	—	—	—	—	—	—	3	3	—	3	K:L = 10:1
116		<i>A. leporina</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	9	♂:♀ = 1:1
117		<i>Bryophila algae</i> F.	6	—	8	8	2	1	3	—	1	1	26	♂:♀ = 1:1
118		<i>Br. perla</i> F.	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2	♂
119		<i>Euxoa aquilina</i> Schiff.	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	♂
120		<i>Eux. obelisca</i> Schiff.	—	—	—	2	1	1	—	—	8	—	12	K:L = 0:12
121		<i>Eux. nigricans</i> L.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4	K:L = 1:1
122		<i>Eux. tritici</i> L.	1	2	—	16	1	—	1	7	1	30	59	K:L = 1:10
123		<i>Eux. crypta</i> Dadd.	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	2	K:L = 0:2
124		<i>Agrotis upsilon</i> Rott.	14	3	—	3	5	12	6	—	3	31	77	K:L = 2:1
125		<i>A. segetis</i> Hbn.	40	1	—	6	6	2	—	3	15	5	78	K:L = 1:2
126		<i>A. corticea</i> Hbn.	14	—	—	1	—	5	—	—	—	12	33	K:L = 0:33
127		<i>A. vestigialis</i> Rott.	66	14	15	64	49	21	24	33	87	127	500	K:L = 1:10
128		<i>A. cinerea</i> Schiff.	—	—	—	1	—	—	—	1	4	—	6	♂:♀ = 5:1
129		<i>A. exclamatoria</i> ...	117	1	3	10	65	160	110	39	160	355	1020	K:L = 1:100
130		<i>Rhyacia ravida</i> Schiff.	2	—	—	2	3	—	—	—	1	1	9	K:L = 0:9
131		<i>Rh. simulans</i> Hufn.	2	—	—	1	—	1	—	—	1	—	6	K:L = 0:6
132		<i>Rh. porphyrea</i> Schiff.	4	—	—	—	—	—	—	—	—	2	6	K:L = 1:3
133		<i>Rh. brunnea</i> Schiff.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	8	K:L = 1:1
134		<i>Rh. baja</i> F.	11	—	—	2	—	2	1	4	24	27	71	K:L = 5:1
135		<i>Rh. rubi</i> View.	23	1	1	22	38	58	7	2	92	263	517	K:L = 1:2
136		<i>Rh. florida</i> Schmidt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	K:L = 0:3
137		<i>Rh. c-nigrum</i> L.	258	35	6	90	152	141	34	40	535	1050	2341	K:L = 1:25
138		<i>Rh. triangulum</i> Hufn.	44	1	1	8	17	13	4	11	40	74	213	K:L = 1:10
139		<i>Rh. plecta</i> L.	78	3	3	37	83	76	34	12	99	344	769	K:L = 1:50
140		<i>Rh. rhomboidea</i> Esp.	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1	3	K:L = 3:1
141		<i>Rh. umbrosa</i> Hbn.	25	3	—	7	3	7	11	5	20	13	94	K:L = 1:2
142		<i>Rh. xanthographa</i> Schiff.	18	1	—	11	9	8	2	8	46	7	111	K:L = 25:1
143		<i>Rh. putris</i> L.	91	1	1	1	16	11	25	12	76	208	441	K:L = 0:441
144		<i>Rh. castanea</i> Esp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	K:L = 1:1

Lfd.

Nr.	Name	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	Ges.	Bemerkungen
184	<i>M. populi</i> Ström.	—	—	—	—	—	—	4	1	2	1	8	K: L = 1:8
185	<i>M. miniosa</i> F.	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	4	K: L = 0:4
186	<i>M. stabilis</i> View.	1	—	2	6	—	2	17	2	10	2	42	K: L = 1:42
187	<i>M. pulverulenta</i> Esp.	1	1	—	4	1	—	—	1	3	5	16	K: L = 1:4
188	<i>M. incerta</i> Hufn.	8	30	3	2	4	2	20	2	41	35	147	K: L = 1:10
189	<i>M. optima</i> Hbn.	4	—	—	—	—	—	—	—	1	2	7	♂: ♀ = 7:0
190	<i>M. gracilis</i> F.	1	—	1	—	6	1	6	—	19	4	38	K: L = 1:38
191	<i>Cerapteryx graminis</i> L.	38	8	7	14	6	16	13	34	162	167	465	♂: ♀ = 15:1
192	<i>Hyperiodes turca</i> L.	35	3	1	8	23	22	10	16	30	127	275	K: L = 1:20
193	<i>Hyphilara lithargyria</i> Esp.	26	3	—	23	23	40	5	67	33	175	395	K: L = 1:30
194	<i>H. albipuncta</i> F.	13	—	1	9	10	59	11	41	100	101	345	K: L = 1:30
195	<i>H. l-album</i> L.	4	—	1	6	10	12	—	—	—	—	33	K: L = 1:10
196	<i>Sideridis conigera</i> Schiff.	24	2	7	60	50	51	17	43	35	105	394	K: L = 1:100
197	<i>S. comma</i> L.	90	20	2	36	125	77	55	11	122	130	668	K: L = 1:150
198	<i>S. impura</i> Hbn.	29	8	2	12	12	60	4	11	48	78	264	K: L = 1:20
199	<i>S. straminea</i> Tr.	—	—	—	55	138	55	10	61	100	159	784	K: L = 1:1
200	<i>S. pallens</i> L.	162	6	28	—	—	—	—	—	4	—	5	K: L = 1:1
201	<i>S. obsoleta</i> Hbn.	—	—	1	1	—	—	—	1	—	—	2	K: L = 1:30
202	<i>S. pudorina</i> Schiff.	28	—	—	11	—	5	2	10	10	34	101	K: L = 1:2
203	<i>Meliana flammea</i> Curt.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	K: L = 1:3
204	<i>Cucullia argentea</i> Hufn.	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	3	♂: ♀ = 1:4
205	* <i>C. fraudatrix</i> Ev.	1	—	—	—	1	—	—	—	7	9	24	♂: ♀ = 1:4
206	<i>C. artemisiae</i> Hufn.	7	1	—	2	3	—	2	4	7	26	38	♂: ♀ = 1:4
207	<i>C. absinthii</i> L.	17	2	—	—	1	—	1	5	6	1	22	♂: ♀ = 1:4
208	<i>C. umbratica</i> L.	17	2	—	5	20	13	4	8	84	58	211	♂: ♀ = 1:4
209	<i>C. chomomallae</i> Schiff.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	♂: ♀ = 1:4
210	<i>Calophasia lunula</i> Hufn.	9	—	10	9	9	15	10	13	111	29	215	K: L = 0:215
211	<i>Brachionycha spinx</i> Hufn.	—	6	—	7	8	20	—	7	2	30	80	♂: ♀ = 40:1
212	<i>Br. nubeculosa</i> Esp.	—	—	—	2	4	3	—	—	—	—	9	♂: ♀ = 0:2
213	<i>Chloantha solidaginis</i> Hbn.	—	—	—	—	—	2	—	—	1	1	2	K: L = 1:1
214	<i>Lithophane socia</i> Rott.	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	K: L = 50:1
215	<i>L. ornitopus</i> Rott.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	K: L = 3:1
216	<i>L. furcifera</i> Hufn.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	K: L = 30:1
217	<i>Xylina vetusta</i> Hbn.	1	—	—	1	2	—	—	—	2	—	15	K: L = 30:1
218	<i>X. exoleta</i> L.	2	—	—	—	—	5	6	—	1	1	5	K: L = 30:1
219	<i>Meganephria oryzanthae</i> L.	1	1	—	1	1	—	—	1	—	—	5	K: L = 25:1

	18	65	12	15	17	6		41	4	11	189	♂:♀ = 20:1
220 <i>Calotaenia celsia</i> L.	18						—	—	—	4	189	♂:♀ = 20:1
221 <i>Crino satura</i> Schiff.	—	2	—	—	—	—	—	—	1	18	22	K:L = 25:1
222 <i>Cr. adusta</i> Esp.	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2	3	K:L = 10:1
223 <i>Crypsedra gemnea</i> Tr.	1	—	1	1	—	1	—	—	15	14	33	K:L = 0:33
224 <i>Dryobotodes protea</i> Bkh.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	3	K:L = 1:3
225 <i>Eupsilia satelitia</i> L.	5	2	—	1	2	5	—	1	15	—	31	K:L = 40:1
226 <i>Conistra erythrocephala</i> F.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	K:L = 500:1
227 <i>C. vau-punctatum</i> Esp.	—	—	—	4	—	—	1	—	—	—	5	K:L = 30:1
228 <i>C. vaccinii</i> L.	3	5	—	5	1	2	9	2	5	1	33	K:L = 300:1
229 <i>C. rubiginea</i> F.	—	—	—	—	2	2	2	1	2	—	9	K:L = 10:1
230 <i>Spudaea rutilicilla</i> Esp.	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2	K:L = 5:2
231 <i>Amathes lychnidis</i> F.	—	—	—	—	2	—	—	1	—	1	3	K:L = 0:3
232 <i>A. laevis</i> Hbn.	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	4	K:L = 10:1
233 <i>A. lota</i> L.	1	3	—	4	2	1	—	18	4	4	37	K:L = 5:1
234 <i>A. maculenta</i> Hbn.	—	1	—	—	1	4	—	3	3	2	14	K:L = 200:1
235 <i>A. circellaris</i> Hufn.	2	—	1	—	1	2	—	2	5	—	13	K:L = 20:1
236 <i>A. helvola</i> L.	2	—	—	—	1	—	—	3	4	23	33	K:L = 50:1
237 <i>A. litura</i> L.	2	1	—	—	1	3	—	—	—	2	8	K:L = 5:1
238 <i>A. lucida</i> Hufn. (nit.)	1	—	—	—	—	—	—	—	1	2	2	K:L = 15:1
239 <i>A. iners</i> Germ.	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	3	K:L = 10:1
240 <i>Cosmia aurago</i> F.	—	—	1	—	1	—	—	1	—	2	4	K:L = 1:4
241 <i>C. lutea</i> Ström.	9	—	1	13	—	—	—	21	9	6	63	K:L = 1:1
242 <i>C. fulvago</i> L.	2	1	1	13	3	4	—	16	47	16	117	K:L = 1:1
243 <i>C. glivago</i> Esp.	4	12	—	1	—	2	1	1	1	1	22	K:L = 0:22
244 <i>C. ocellaris</i> Bkh.	—	—	—	—	—	3	—	—	1	1	5	K:L = 0:5
245 <i>C. citrigo</i> L.	2	—	—	1	1	—	—	6	1	—	13	K:L = 1:5
246 <i>Amphipyra pyramidea</i> L.	1	—	1	2	3	1	—	—	2	—	10	K:L = 50:1
247 <i>A. tragopoginis</i> L.	1	—	1	5	1	15	5	5	9	21	63	K:L = 4:1
248 <i>Stygotola umbratica</i> Goze ...	38	4	3	7	4	16	5	9	38	41	165	K:L = 3:1
249 <i>Dipterygia scabriuscula</i> L.	16	2	2	33	17	32	6	23	40	51	222	K:L = 2:1
250 <i>Parastichtis lithorylea</i> F.	—	—	—	1	1	1	1	—	—	1	4	K:L = 1:4
251 <i>P. sublastris</i> Esp.	31	5	—	40	96	76	35	14	61	88	446	K:L = 1:200
252 <i>P. rurea</i> F.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4	K:L = 1:2
253 <i>P. monoglypha</i> Hufn.	18	1	1	3	5	3	3	4	23	42	103	K:L = 1:1
254 <i>P. lateritia</i> Hufn.	4	—	5	5	7	19	6	3	23	37	109	K:L = 1:1
255 <i>P. sordida</i> Bkh.	8	1	—	—	—	—	—	—	2	45	56	K:L = 1:20
256 <i>P. gemina</i> Hbn.	2	—	—	1	—	—	—	2	2	15	22	K:L = 1:2
257 <i>P. unanimis</i> Tr.	1	—	1	—	—	1	—	—	1	—	4	K:L = 1:1
258 <i>P. basilinea</i> F.	3	—	—	—	1	1	—	—	—	1	6	K:L = 0:6

295	<i>C. pyralina</i> Schiff.	5	3	—	11	5	2	3	—	3	4	36	K:L = 1:4
296	<i>C. trapezina</i> L.	3	—	—	6	1	8	—	1	13	14	46	K:L = 2:1
297	<i>Enargia palacea</i> Esp.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	K:L = 8:1
298	<i>Phragmitiphila nera</i> Hbn.	2	—	—	1	2	3	—	2	3	2	15	♂:♀ = 2:1
299	<i>Ph. typhae</i> Thnbg.	—	—	2	—	—	—	—	—	1	2	5	♂:♀ = 1:1
300	<i>Rhizedra lutosa</i> Hbn.	1	3	—	4	3	1	—	13	11	49	85	K:L = 1:85
301	<i>Sedina büttneri</i> Herg.	—	3	—	5	1	1	—	20	3	6	36	♂:♀ = 1:3
302	<i>Arenostola phragmitidis</i> Hbn.	15	7	—	5	14	5	2	6	6	22	82	♂:♀ = 1:1
303	<i>A. fluxa</i> Hbn.	38	7	—	22	27	34	16	13	6	130	302	K:L = 1:10
304	<i>A. pygmaea</i> Haw.	3	3	—	10	2	9	2	11	4	5	49	K:L = 1:20
305	<i>Archana geminipuncta</i> Haw.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	K:L = 1:2
306	<i>A. dissoluta</i> Tr.	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	♂:♀ = 2:3
307	<i>ssp. arundineti</i> Schmidt	2	1	—	1	—	—	—	—	—	1	5	♂:♀ = 1:1
308	<i>A. sparganii</i> Esp.	1	—	—	5	1	—	—	1	4	8	20	♂:♀ = 1:1
309	<i>A. algae</i> Esp. (cannae O.)	—	—	—	2	—	—	—	—	1	2	5	♂:♀ = 1:1
310	<i>Calamia virens</i> L.	20	3	10	3	5	2	2	3	13	31	92	♂:♀ = 10:1
311	<i>Chloridea dipsacea</i> L.	3	2	3	—	—	—	—	2	10	13	33	♂:♀ = 2:1
312	<i>Melicopeptria scutosa</i> Schiff	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	♂:♀ = 2:1
313	<i>Panolis flammea</i> Schiff.	22	1	2	2	—	6	48	1	1	4	87	K:L = 1:10
314	<i>Porphyrynia noctualis</i> Hbn. (<i>paula</i> Hbn.)	1	1	3	—	—	—	—	—	2	1	8	L:F = 1:20
315	<i>Lithacodia fasciana</i> L.	23	8	—	1	7	—	—	—	37	38	140	K:L = 1:1
316	<i>L. deceptor</i> Scop.	11	6	8	4	2	12	5	6	37	12	103	K:L = 1:10
317	<i>Eustrotia uncula</i> Cl.	24	3	3	3	6	9	1	4	3	12	68	K:L = 0:68
318	<i>Eu. olivana</i> Schiff (arg.)	52	9	5	17	27	45	30	20	19	105	329	K:L = 0:329
319	<i>Eu. candidula</i> Schiff. (pus. View.)	185	68	17	15	34	38	35	80	168	122	762	K:L = 0:762
320	<i>Erastria trabealis</i> Scop.	3	4	4	—	4	1	2	1	6	5	30	K:L = 1:10
321	<i>Sarrothripus revayana</i> Scop.	1	—	—	—	2	2	1	—	1	—	5	K:L = 1:5
322	<i>Earias chlorana</i> L.	8	2	2	2	1	9	4	2	21	24	75	K:L = 0:75
323	<i>Hylophila prasinana</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	K:L = 0:1
324	<i>Hylophilita bicolorana</i> Fuessl.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	K:L = 0:1
325	<i>Catocala frazzini</i> L.	1	—	—	4	4	10	—	1	27	6	53	K:L = 1:1
326	<i>C. nupta</i> L.	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	♂:♀ = 1:1
327	* <i>Grammodes stolid</i> F.	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	K:L = 0:46
328	<i>Phytometra festucae</i> L.	10	2	—	4	3	2	—	—	2	23	46	♂:♀ = 0:46
329	* <i>Ph. chryson</i> Esp.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	K:L = 0:2936
330	<i>Ph. chrysis</i> L.	333	24	20	195	73	358	122	285	550	976	2936	♂:♀ = 0:2936
331	<i>Ph. pulchra</i> Haw.	—	—	—	—	1	—	—	—	1	10	12	♂:♀ = 0:1091
332	<i>Ph. gamma</i> L.	238	10	3	18	72	43	18	106	45	538	1091	K:L = 0:1091

Lfd. Nr.	Name	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	Ges.	Bemerkungen
333	<i>Ph. confusa</i> Steph. (<i>gutta</i> Gn.) ..	—	—	1	3	2	8	—	8	26	118	166	K: L = 0: 166
334	<i>Chrysoptera moneta</i> F.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	K: L = 0: 1
335	<i>Abrostola triplicata</i> L.	35	1	2	28	38	52	10	106	78	277	627	K: L = 1: 627
336	<i>A. triplicata</i> Hufn.	20	4	—	22	25	22	3	25	58	35	214	K: L = 0: 214
337	<i>Scoliopteryx libatrix</i> L.	4	—	1	—	4	—	1	—	2	2	14	K: L = 4: 1
338	<i>Toxocampa pastinum</i> Tr.	24	6	2	8	10	18	3	8	32	54	165	K: L = 1: 20
339	<i>T. viciae</i> Hbn.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	K: L = 0: 2
340	<i>Aëthia emortualis</i> Schiff.	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—	3	K: L = 1: 1
341	<i>Laspeyria flexula</i> Schiff.	4	4	—	1	1	2	—	—	1	44	57	K: L = 0: 57
342	<i>Colobochyla salicalis</i> Schiff.	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	2	♂
343	<i>Parascotia fuliginaria</i> L.	—	2	3	1	3	2	—	1	1	4	18	K: L = 1: 18
344	<i>Prothymia viridaria</i> Cl.	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	3	K: L = 0: 3
345	<i>Rivula sericealis</i> Scop.	438	132	137	58	113	155	250	147	775	1800	3805	K: L = 0: 3805
346	<i>Zanclognatha tarsipennalis</i> Tr. ..	1	2	3	5	11	—	4	3	29	53	111	K: L = 1: 50
347	<i>Z. nemoralis</i> F.	9	—	1	—	—	—	—	—	4	1	15	K: L = 1: 3
348	<i>Z. tarsicrinalis</i> F.	15	11	1	3	11	1	6	4	30	15	97	K: L = 1: 97
349	<i>Herminea cribrumalis</i> Hbn.	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2	F: L = 50: 1 ⁺)
350	<i>H. tentacularia</i> L.	6	—	—	—	—	2	—	—	1	1	10	♂: ♀ = 10: 1
351	<i>H. derivalis</i> Hbn.	5	1	2	10	14	36	8	14	22	80	192	K: L = 1: 5
352	<i>Pectipogon barbatus</i> Cl.	13	7	—	6	9	15	2	4	9	4	69	K: L = 1: 7
353	<i>Bomolocha fontis</i> Thnbg.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	K: L = 8: 1
354	<i>Hypena proboscidalis</i> L.	196	10	15	140	10	134	16	80	152	173	926	K: L = 1: 20
355	<i>H. rostralis</i> L.	—	—	—	2	—	—	—	1	2	1	6	K: L = 1: 6
356	<i>Alsophila aescularia</i> Schiff.	2	2	—	—	—	—	1	1	1	—	6	♂: ♀ = 3: 1
357	<i>Aplasia ononaria</i> Fuessl.	1	—	—	—	—	—	1	1	—	—	2	♂: ♀ = 3: 1
358	<i>Pseudoterpnia pruinata</i> Hufn.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	♂: ♀ = 3: 1
359	<i>Hipparchus papilionaria</i> L.	20	9	6	7	7	10	6	4	20	63	152	♂: ♀ = 3: 1
360	<i>Comibaena pustulata</i> Hufn.	—	—	—	2	1	—	1	1	—	4	9	♂: ♀ = 3: 1
361	<i>Hemithea aestivaria</i> Hbn.	63	27	7	25	22	26	25	8	21	41	265	♂: ♀ = 3: 1
362	<i>Thalera fimbrialis</i> Scop.	14	4	7	34	15	23	30	19	28	37	211	♂: ♀ = 3: 1
363	<i>Hemistola chrysoprasaria</i> Esp. ..	—	1	—	—	1	1	1	1	—	—	4	♂: ♀ = 3: 1
364	<i>Iodis lactearia</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	♂: ♀ = 3: 1
365	<i>Rhodostrophia vibicaria</i> Cl.	5	2	—	3	—	—	—	—	3	1	14	♂: ♀ = 3: 1
366	<i>Calothyrsanis amata</i> L.	702	107	86	116	210	432	160	102	690	1010	3615	♂: ♀ = 100: 1
367	<i>Cosymbia pendularia</i> Cl.	5	—	—	—	—	1	1	2	3	11	23	♂: ♀ = 100: 1

*) F: L = Netzfang zum Licht.

Lfd.	Nr.	Name	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	Ges.	Bemerkungen
404		<i>Nothopteryx carpinata</i> Bkh.	—	2	—	1	1	—	1	—	1	—	6	—
405		<i>Lobophora halterata</i> Hufn.	—	—	—	3	—	—	—	1	1	1	2	—
406		<i>Mysticoptera sexalata</i> Retz.	2	—	—	—	—	—	—	1	6	5	17	K : L = 1 : 3
407		<i>Operophtera jagata</i> Scharfenb. (bor. Hbn.).	2	—	—	—	—	1	1	8	3	70	85	—
408		<i>O. brumata</i> L.	30	54	60	3	8	9	15	4	2	12	197	—
409		<i>Oporinia dilutata</i> Schiff.	1	—	—	3	1	5	1	8	—	13	32	—
410		<i>O. autumnata</i> Bkh.	—	—	—	3	1	—	—	13	—	3	21	—
411		<i>Calocalpe undulata</i> L.	1	1	—	—	—	—	3	—	4	3	11	—
412		<i>Philereme vetulata</i> Schiff.	1	—	—	1	1	2	1	2	—	3	11	K : L = 1 : 3
413		<i>Ph. transversata</i> Hufn. (rhann. Schiff.).	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
414		<i>Lygris prunata</i> L.	—	—	—	1	4	—	—	1	—	3	9	—
415		<i>L. testata</i> L.	—	—	2	5	3	6	1	1	1	—	2	—
416		<i>L. populata</i> L.	2	—	—	4	—	—	2	1	3	8	31	—
417		<i>L. mellinata</i> F. (assoc. Bkh.)	1	—	—	—	—	—	—	1	1	3	12	—
418		<i>L. pyraliata</i> Schiff (dot. L.)	10	6	2	12	15	11	4	11	4	25	100	—
419		<i>Cidaria fulvata</i> Forst.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—
420		<i>C. ocellata</i> L.	34	4	2	29	21	28	5	19	70	59	271	—
421		<i>C. rubiginata</i> Schiff. (bic. Hufn.)	1	—	—	1	1	3	—	—	1	1	8	—
422		<i>C. variata</i> Schiff.	5	—	—	—	1	—	—	—	—	1	7	—
423		<i>C. obeliscata</i> Hbn.	4	—	—	—	—	—	—	—	—	98	185	—
424		<i>C. juniperata</i> L.	—	5	—	13	12	16	2	1	39	7	144	—
425		<i>C. firmata</i> Hbn.	—	—	—	6	14	14	2	93	3	1	7	—
426		<i>C. siterata</i> Hufn.	1	1	—	3	—	1	—	—	—	—	—	—
427		<i>C. truncata</i> Hufn.	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2	—
428		<i>C. citrata</i> Hbn. (imm. Haw.)	—	—	—	3	3	2	—	—	4	7	19	—
429		<i>C. fluctuata</i> L.	1	—	20	2	1	5	—	1	6	4	20	—
430		<i>C. montana</i> Schiff.	89	5	71	135	120	40	40	98	470	318	1366	—
431		<i>C. quadrifasciaria</i> Cl.	14	2	1	3	1	10	1	—	5	5	42	—
432		<i>C. spadicearia</i> Cl.	8	—	—	—	2	5	1	—	6	13	38	—
433		<i>C. ferrugata</i> Cl.	14	7	9	33	3	17	5	10	27	39	164	—
434		<i>C. birivata</i> Bkh. (pom. Ev.)	251	36	163	361	140	189	150	204	570	500	2564	—
435		<i>C. designata</i> Hufn.	—	—	1	2	—	—	—	—	1	—	4	—
436		<i>C. lignata</i> Hbn. (vitt. Bkh.)	2	—	16	6	4	2	1	2	4	7	28	—
437		<i>C. pectinataria</i> Knoch (vir. F.) ..	19	4	12	11	11	7	5	1	31	22	128	—
			3	—	—	1	2	—	1	—	2	3	12	—

38	<i>C. didymata</i> L.	3	1	—	—	1	—	—	—	—	1	—	6
39	<i>C. berberata</i> Schiff.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
40	<i>C. sagittata</i> F.	—	—	—	—	—	1	4	2	—	—	2	11
41	<i>C. cucullata</i> Hufn.	2	1	1	2	3	3	2	4	7	—	7	32
42	<i>C. unangulata</i> Haw.	12	4	1	5	2	5	3	8	47	20	107	—
43	<i>C. bilineata</i> L.	38	—	4	5	6	11	4	5	38	25	136	—
44	<i>C. polygrammata</i> Bkh.	17	5	9	28	9	20	12	18	35	2	155	—
45	<i>C. silaceata</i> Schiff.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
46	<i>C. corylata</i> Thnbg.	2	—	—	—	—	1	1	—	—	1	5	—
47	<i>C. rubidata</i> F.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
48	<i>C. albicollata</i> L.	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	13
49	<i>C. tristata</i> L.	7	2	2	—	—	4	—	1	4	19	3	42
50	<i>C. alternata</i> Müll. (soc. Bkh.)	40	13	12	46	24	2	10	25	205	65	482	—
51	<i>C. rivata</i> Hbn.	2	—	—	—	—	1	—	—	3	11	6	25
52	<i>C. galiata</i> Schiff.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
53	<i>C. alchemillata</i> L.	166	4	49	120	18	100	40	30	230	518	1275	—
54	<i>C. bifaciata</i> Haw. (unif. Haw.)	15	6	2	14	2	3	3	—	5	2	52	—
55	<i>C. bladiata</i> Schiff. (adaqu. Bkh.)	5	2	1	2	1	1	8	3	9	3	33	—
56	<i>C. albulata</i> Schiff.	15	2	—	16	20	10	12	25	82	25	207	—
57	<i>C. flavofasciata</i> Thnbg.	21	3	8	56	30	26	15	15	41	24	239	—
58	<i>C. furcata</i> Thnbg. (sord. F.)	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
59	<i>C. coerulata</i> F. (aut. Ström.)	2	1	—	—	—	—	—	—	2	6	11	—
60	<i>Pelurga comitata</i> L.	212	4	10	13	23	55	74	60	215	395	1061	—
61	<i>Hydrelia testacea</i> Don.	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
62	<i>H. flammeolaria</i> Hufn. (lut. Schiff.)	13	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
63	<i>Euchoeca nebulata</i> Scop. (obl. Hufn.)	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64	<i>Eupithecia tenuiata</i> Hbn.	1	—	—	—	—	1	2	3	1	4	12	—
65	<i>Eup. plumbeolata</i> Haw.	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—
66	<i>Eup. linariata</i> F.	56	1	1	35	9	19	11	35	40	27	234	—
67	<i>Eup. eriguata</i> Hbn.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
68	<i>Eup. valerianata</i> Hbn.	3	3	2	13	8	7	3	1	2	4	46	—
69	<i>Eup. centaureata</i> Schiff. (obl. Thnbg.)	67	13	13	63	58	84	9	17	186	174	684	—
70	<i>Eup. trisignaria</i> HS.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
71	<i>Eup. intricata</i> Zett. (helv. Bsd.)	5	1	—	—	—	1	—	—	3	21	26	—
72	<i>Eup. satyrata</i> Hbn.	—	—	—	2	4	7	14	12	35	22	101	—
73	<i>Eup. tripunctaria</i> HS. (albi. Haw.)	1	1	—	11	3	5	1	2	14	4	42	—
74	<i>Eup. absinthia</i> Cl.	1	1	3	5	6	8	2	1	13	37	77	—

Lfd. Nr.	Name	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	Ges.	Bemerkungen
475	<i>Eup. vulgata</i> Haw.	14	10	4	53	21	16	8	27	—	35	188	—
476	<i>Eup. castigata</i> Hbn.	11	4	8	3	27	10	9	20	21	7	120	—
477	<i>Eup. iterata</i> Vill. (subf. Haw.)	11	1	—	11	6	34	7	17	25	32	144	—
478	<i>Eup. succenturiata</i> L.	76	15	10	70	37	55	35	33	82	320	733	—
479	<i>Eup. subumbinata</i> Schiff. (scab. Bkh.)	11	9	8	9	39	25	11	9	28	20	169	—
480	<i>Eup. subnotata</i> Hbn.	—	—	2	3	5	7	2	—	1	1	23	—
481	* <i>Eup. sinuosaria</i> Ev.	2	—	—	—	1	1	1	—	2	1	6	♂ (58 Rp.†)
482	<i>Eup. indigata</i> Hbn.	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	—
483	<i>Eup. pimpinellata</i> Hbn.	4	1	—	—	—	3	—	1	11	2	22	—
484	<i>Eup. nanata</i> Hbn.	4	—	—	—	2	1	—	2	12	12	33	—
485	<i>Eup. innotata</i> Hufn.	63	36	24	128	114	58	20	78	425	90	1036	—
486	* <i>Eup. virgaureata</i> Dbl.	—	—	—	1	—	2	—	1	1	2	7	(Rp.h.)
487	<i>Eup. sobrinata</i> Hbn.	—	1	—	—	—	2	—	—	4	1	8	—
488	<i>Gymnoscelis pumilata</i> Hbn.	—	—	—	—	—	—	2	1	9	11	23	K : L = 1 : 23
489	<i>Chloroclystis rectangularata</i> L.	4	3	1	3	12	11	1	7	3	17	62	—
490	<i>Chl. debiliata</i> Hbn.	—	—	—	1	1	2	—	—	2	—	2	—
491	<i>Anticollix sparsata</i> Tr.	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	2	—
492	<i>Horisme corticata</i> Tr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	♂♀
493	<i>Arichanna melanaria</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	—
494	<i>A. sylvata</i> Sc.	—	—	—	—	—	1	1	—	1	6	10	—
495	<i>Lomasipilis marginata</i> L.	32	5	2	6	15	20	8	26	89	82	285	—
496	<i>Ligdia adustata</i> Schiff.	3	3	1	3	3	8	2	2	6	12	43	—
497	<i>Bapta bimaculata</i> F.	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	3	—
498	<i>B. temerata</i> Hbn.	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2	6	—
499	<i>Cabera pusaria</i> L.	25	5	7	22	36	33	25	17	55	68	293	—
500	<i>C. exanthemata</i> Scop.	40	1	8	32	33	28	15	28	80	92	357	—
501	<i>Elloptia fasciaria</i> L. (pros. L.)	4	—	—	—	—	2	—	4	—	3	13	—
502	<i>Campaea margaritata</i> L.	—	—	—	—	—	1	—	1	2	1	5	—
503	<i>Ennomos autumnaria</i> Wernbg.	1	—	—	1	3	7	—	5	14	18	49	—
504	<i>E. quercinaria</i> Hufn.	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—
505	<i>E. alniaria</i> L.	5	1	10	6	32	3	16	29	15	83	200	—
506	<i>E. fuscantaria</i> Steph.	10	8	2	1	10	5	4	9	37	152	238	—
507	<i>E. erosaria</i> Schiff.	12	1	9	9	9	9	9	32	25	81	187	—
508	<i>Selenia bilunaria</i> Esp.	7	2	—	3	2	6	5	1	7	17	50	—
509	<i>S. tetralunaria</i> Hufn.	2	1	—	1	3	1	—	—	12	11	31	—
510	<i>Phalaena syringaria</i> L.	3	1	—	—	—	1	—	—	1	3	8	♂ : ♀ = 7 : 1

†) Rp. = Raupen.

Tabelle 5: Zusammenstellung.

Jahr	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	Gesamt
Arten	381	245	221	307	329	336	278	314	427	442	547
Stückzahl	8 683	1 963	1 519	4 992	5 006	6 470	3 258	4 818	15 586	21 057	73 352

In Tabelle 4 bin ich der Systematik und Nomenklatur der „Pommernfauna“ von E. u. H. Urbahn gefolgt, die sich nach dem Seitzwerk richtet.

Schlußbemerkungen zu den Tabellen

Wer abstrakten Zahlen Leben einhauchen kann, wird beim Studium der Tabellen manches Interessante und Wissenswerte entdecken: 1. die wechselnde Häufigkeit in jährlichen Schwankungen, 2. verschiedenartige Lichtwirkungen auf Arten und Geschlecht, 3. Köder- (K) und Lichtanflüge (L) in arithmetischen Verhältnissen, 4. zu- und abnehmende Entwicklung einzelner Arten, 5. Unentbehrlichkeit des Lichtfanges für den Lokalfaunisten, 6. Erstfänge, 7. Anregung zu entomologischen Beobachtungen, 8. Bequemlichkeit und Ergiebigkeit dieser Sammelmethode, 9. die Erfolge eines konsequenten Sammelns.

Literatur

1. Daniel, F., Praxis des Nachtfanges mit Licht. Nachr. d. Bayer. Ent., I. Jg. (1952).
2. Haeger, E., Am Fenster meines Schlafzimmers (Lichtfang). Dohrn. 18, 1929, S. 61.
3. Haeger, E., Hauslichtfang. Ent. Ztschr. Frankfurt a. M., L III, 1939, Nr. 12/13.
4. Urbahn, E. u. H., Die Schmetterlinge Pommerns. („Pommernfauna“). Stett. Ent. Ztg., 100, 1939, S. 186—826.
5. Urbahn, E. u. H., 1953, ein Jahr überzähliger Faltergenerationen. Nachr. d. Bayer. Ent., III. Jg., 1954.

Anschrift des Verfassers: Erich Haeger, Kreuzbruch über Liebenwalde, Krs. Oranienburg.

Die Spinnenfauna der Kanarischen Bananen

Von Günter Schmidt

(Mit 7 Abbildungen)

Im Rahmen einer Untersuchung, die während der Jahre 1952 bis 1956 zwecks Erforschung der mit Schiffsladungen eingeschleppten Schädlinge durchgeführt wurde, entstand die vorliegende Arbeit. Sie erstreckt sich auf die Verwertung der Determinationsergebnisse von Spinnen, die an importierten kanarischen Bananen im Bereich der Fruchtschuppen des Hamburger Freihafengeländes und in einem Bananenkeller gefunden wurden.

Die Erforschung der kanarischen Spinnen begann bereits in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts. Lucas (1838) behandelte 27 verschiedene Arten. Es folgten einige Notizen von Blackwall (1868) und C. Koch (1871/72), bis Simon, der schon 1883 42 verschiedene Spinnenarten aufführte, in seinen Arbeiten von 1886, 1889, 1893, 1907, 1912, 1914, 1926, 1929, 1932 und 1937 unsere Kenntnisse auf diesem Gebiet ganz erheblich vertiefte. Von anderen Autoren, die sich um die Aufklärung der arachnologischen Verhältnisse der Kanarischen Inseln verdient gemacht haben, müssen besonders Bösenberg (1895) und Strand (1911) genannt werden. Ersterer zitierte 39, letzterer 32 Arten. Cambridge (1907) und Caporiacco (1927) befaßten sich mit Spinnen, die mit Bananen kanarischer Herkunft nach England bzw. Italien eingeschleppt wurden. Der eine Autor erwähnte fünf, der andere elf verschiedene Arten (30 Individuen). Kanarische Spinnen wurden schließlich noch von Strand (1908), Dalmas (1920) und Denis (1941) behandelt. Die Denissche Bearbeitung ist die letzte Zusammenfassung des hier zu behandelnden Gebietes.

Nach Denis kannte man bis 1941 120 Arten, die sich auf 27 Familien im Sinne Dahls verteilen. Zum Vergleich seien die Ziffern der Kapverdischen Inseln und der Azoren genannt. Sie betragen nach dem gleichen Autor 50 bzw. 57 Arten. Im großen und ganzen gehören die Spinnen der Kanaren, faunistisch betrachtet, zur mediterranen Region. 45 Arten sind endemisch.



Abb. 1. *Oecobius annulipes immaculatus* Schmidt, 10-fach vergrößert, fot. Kaldewey.

Durchschnittlich gelangen mit einer Schiffsladung Bananen etwa 500 bis 600 kanarische Spinnen nach Deutschland, die sich nach folgendem Schlüssel bestimmen lassen:

- | | |
|--|-------------|
| 1. Cribellum vorhanden | 2 |
| — Cribellum fehlend | 5 |
| 2. Augen auf einem zentralen Hügel | Oecobiidae |
| — Augen anders verteilt | 3 |
| 3. Tier größer als 1 cm | Zoropsidae |
| — Tier kleiner als 1 cm | 4 |
| 4. Seitenaugen weit von einander getrennt, Radnetzbauer | |
| | Uloboridae |
| — Seitenaugen höchstens um ihren Durchmesser getrennt | |
| | Dictynidae |
| 5. 8 Augen | 6 |
| — 6 Augen | Dysderidae |
| 6. Vordermittelaugen sehr klein, andere Augen zu je drei eine Gruppe bildend, langbeinig | Pholcidae |
| — Augen weniger auffallend verschieden | 7 |
| 7. Vordere Spinnwarzen weit voneinander getrennt | Gnaphosidae |
| — Vordere Spinnwarzen nicht weit voneinander getrennt | 8 |
| 8. 2 Tarsalklauen | 13 |
| — 3 Tarsalklauen | 9 |
| 9. Augen in 4 Reihen, Körperlänge 6 mm | Oxyopidae |
| — Augen in 2 Reihen | 10 |

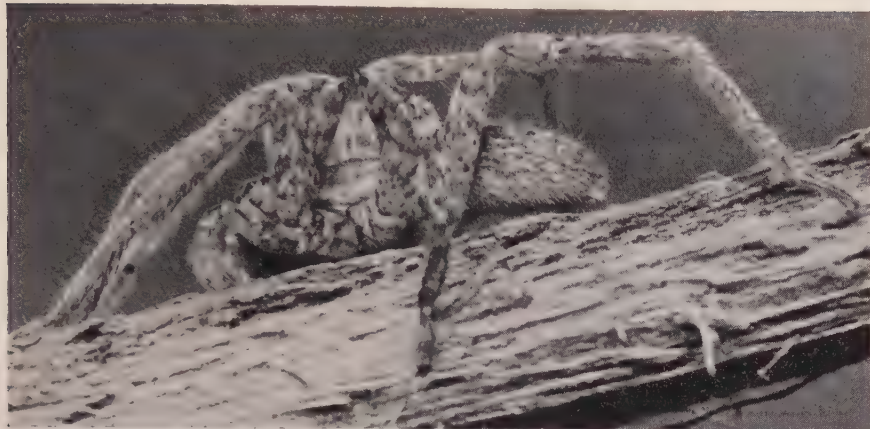


Abb. 2. *Zoropsis rufipes* (Luc.), 3,8-fach vergrößert, fot. Kaldewey.

- | | | | |
|-----|--|---------------|----|
| 10. | 4. Tarsus ventral mit einer Reihe gesägter und gekrümmter Borsten | Theridiidae | |
| — | 4. Tarsus ventral ohne solche Borstenreihe | | 11 |
| 11. | Größere Tiere, Beine bestachelt, 4. Tarsus ventral apical mit apical gebogenem Webstachel | Araneidae | |
| — | Kleine Spinnen, Körperlänge bis zu 2,5 mm | | 12 |
| 12. | 2. oder 3. Tibia vor dem apicalen Ende dorsal mit 2 Stacheln, Deckennetze herstellend | Linyphiidae | |
| — | Entsprechende Tibien nur mit 1 Dorsalstachel, Beine weniger bestachelt, keine Deckennetze bauend | Erigonidae | |
| 13. | Laterigrade Arten von Krabbenhabitus, Hauptaugen nicht größer als übrige Augen | Philodromidae | |
| — | Kein Krabbenhabitus | | 14 |
| 14. | Augen in 2 Reihen, Hauptaugen nicht viel größer als andere Augenpaare | Clubionidae | |
| — | Augen in 3 Reihen, Hauptaugen an Stirnseite des Cephalothorax, viel größer als übrige Augenpaare | Salticidae | |

1. Fam. Oecobiidae

1. *Oecobius annulipes immaculatus* Schmidt unterscheidet sich von der Stammart *O. annulipes* Luc. durch das Fehlen jeglicher Zeichnung auf Cephalothorax und Abdomen. Auch zeigt die Unterart nicht die für die Stammart charakteristische Ringelung an den Extremitäten. Körperlänge 2 bis 2,5 mm. Die Oecobiiden sind sehr lebhaft, fangen ihre Beute meist im Lauf und stellen scheibenartige Wohn-Fang-Gewebe her.

2. Fam. Zoropsidae

2. *Zoropsis rufipes* (Luc.) ist endemisch und wurde bereits von Cambridge und Caporiacco als Bananenspinne erwähnt. Die Art gehört zu den häufigsten Spinnen der kanarischen Bananen, Körperlänge 15 bis 20 mm. An einzelnen dieser Früchte findet man auch ihre bläulich schimmernden Kokons, die von wenig flockigem Gewebe umgeben sind. Die Zoropsiden gehören zu den Jagdspinnen. Sie benutzen ihr Spinnvermögen im wesentlichen nur zur Herstellung und Unterbringung des Eierkokons.

3. Fam. Uloboridae

3. *Uloborus plumipes* Luc. wurde von Caporiacco als Bananenspinne genannt und ein einziges Mal auch in Hamburg gefangen.



Abb. 3. *Oxyopes kraepelinorum* Bös., 5,4-fach vergrößert, fot. Kaldewey.

Man erkennt ihn leicht an der büschelartigen Behaarung der Ventralseite der Vorderbeintibien. Die Art stellt — wie auch eine afrikanische, zur *Plumipes*-Gruppe zählende Uloboride (*U. plumosus* sp. n.) — in adultem Zustand ein fast vertikales Radnetz mit 21 bis 24 Radien her, in dessen Mitte sie sich aufhält, normalerweise mit dem Kopf nach oben, nur beim Fressen und bei „Sättigung“ kopfabwärts. Jungtiere bevorzugen die horizontale Netzlage und stellen Netze mit etwa 60 bis 80 vollständigen Radien her, denen aber die Fangspirale fehlt. Häufig werden in die Netze halberwachsener und reifer Tiere sogenannte Stabilimente, das sind

weiße flockige Fadengebilde ober- und unterhalb des Netzmittelpunktes, eingebaut. Körperlänge: bis zu 4 mm.

4. Fam. Dictynidae

4. *Dictyna flavescens* (Walck.) wurde ein einziges Mal erbeutet. Es handelt sich um ein Jungtier, welches höchstwahrscheinlich erst eine Häutung hinter sich hatte. Fiederhaare sind noch nicht ausgebildet, und die Teilung des Cribellums ist kaum angedeutet.

5. Fam. Dysderidae

5. *Dysdera crocata* C. L. Koch kam bisher in einem Exemplar nach Hamburg. Die Art ist kenntlich an der Bestachelung der Dorsalseite von Femur 4. Hier finden sich basal 1 bis 3 kleine Stacheln. Körperlänge: 9 mm.

6. Fam. Pholcidae

6. *Pholcus phalangioides* (Fuess.) wird recht häufig mit Bananen eingeschleppt. Es handelt sich um eine fast kosmopolitische Spezies, die auch in Deutschland zu finden ist. Körperlänge: 7 mm.

Die Pholciden zeichnen sich durch den Besitz von extrem langen Beinen aus und stellen linyphiidenetzähnliche „Decken“gewebe her, an deren Unterseite sie in dunklen Winkeln auf Beute lauern, welche nach Theridiidenart eingesponnen und in den Unterschlupf geschleppt wird.

7. Fam. Gnaphosidae

7. *Scotophaeus varius* Sim. Kennzeichen: Vordermittelaugen viel größer als übrige Augen, innerer Chelizerenfalzrand unbezahnt bzw. nur mit einem Granulum, äußerer mit einem sehr flachen und einem oder zwei kleinen Zähnchen, Körperlänge 8 mm. Bestachelung: 1. Weibchen: Metatarsus 1 und 2 ventral 1 Paar Basalstacheln, Tibia 1 mit 1 mittleren, 2 Apicalstacheln ventral, Tibia 2 mit 2-2 Ventralstacheln, 1 Lateralstachel, Tibia 3: 2-3 und Lateralstacheln, Tibia 4: 3-3 und lateral jederseits 2, Femur 1: dorsal 3-1, Femur 3: dorsal 2-3-2, Femur 4: dorsal 1-3-1, Patella 4: lateral innen 1. Vulva s. Abb. 7 b. 2. Männchen: Metatarsus 1 u. 2 ventral: 1 Paar basal, Tibia 1 ventral: 1 mittlerer, 2 apicale, Tibia 2 ventral: links 1 mittlerer, 2 apicale, rechts 2-2. Tibia 3: 2-4-3-2 und Lateralstacheln, Tibia 4: 3-3, lateral innen 2, außen 3, Femur 1 dorsal: rechts 3-2, links 3-1. Femur 3 dorsal: 2-3-2, Femur 4 dorsal: 1-3-2, Patella 4: lateral innen 1. Die Apophyse an der Tastertibia ähnelt sehr der von *S. musculus*, ist aber schmaler; auch ist am Tarsus

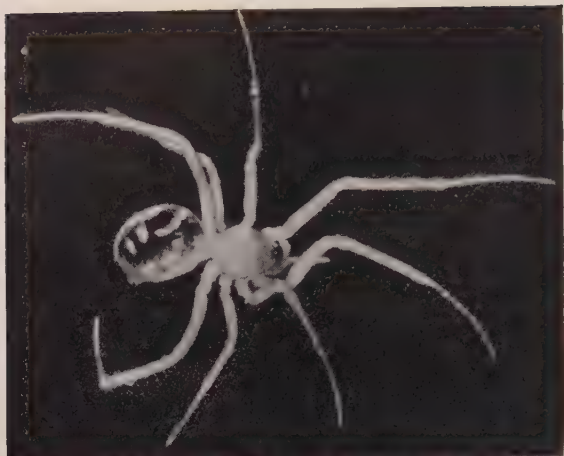


Abb. 4. *Teutana grossa* (C. L. Koch), 7-fach vergrößert, fot. Kaldewey.

der Bulbus nicht so dick; die Apophysen sind anders geformt und reichen nicht bis zum Ende des Cymbiums. Diese Art wurde von Simon nur in der *Histoire naturelle* erwähnt. In der Collection Simon des Pariser Museums befindet sich kein Exemplar davon. Denis gab 1941 eine kurze Beschreibung eines Weibchens, dessen Vulva mit der meines Exemplares hinreichend übereinstimmt.

8. *Scotophaeus mauckneri* Schmidt. Kennzeichen: Vordermittelaugen wie bei voriger Art, innerer Chelizerenfaltrand mit einem Zähnchen, äußerer mit drei Zähnen. Bestachelung des Weibchens: Metatarsus 1 und 2 ventral: 1 Paar Basalstacheln, Tibia 1 und 2: ventral je 1 mittlerer und 1 apicaler, Tibia 3: 3-3-3 ventral, Tibia 4: 3-3 ventral und jederseits 3 lateral, Femur 3 und 4 dorsal: 2-3-2, Patella 4: innen ein Lateralstachel. Körperlänge: 12 mm.

Von diesen Arten unterscheidet sich *Scotophaeus gridellii* Caporacci, der mit Bananen nach Italien eingeschleppt wurde, am leichtesten durch den Nachweis des Fehlens jeglicher Bestachelung an Metatarsus I. Tibia 1 trägt 2 kleine Basal- und 2 Apicalstacheln. Alle drei Arten sind endemisch.

8. Fam. Oxyopidae

9. *Oxyopes kraepelinorum* Bö. ist eine endemische Art, deren Lebenszyklus in Gefangenschaft beobachtet werden konnte. Am 4. September 1952 wurde ein Jungtier unmittelbar nach der ersten



Abb. 5. *Araneus crucifer* (Luc.), 2-fach vergrößert, fot. Kaldewey.

Häutung eingefangen; es wuchs unter sechs weiteren Häutungen heran und stellte am 11. Juli 1953 einen papiernen Eierkokon her, über dem es sich aufhielt. Der Exitus erfolgte am 16. Juli 1953. — Man erkennt die Art an der Körperzeichnung und der Epigyne, welche am meisten der von *O. heterophthalmus* Latr. ähnelt. Allerdings ist bei *O. kraepelinorum* die Mittellamelle nicht so lang und an der Basis breiter.

9. Fam. Theridiidae

Bestimmungsschlüssel für die Gattungen:

1. Abdomen dorsal mit auffälliger weißer Punktzeichnung, in der Schultergegend meist ein weißer Bügel
Teutana (partem)
 - Abdomen anders gezeichnet 2
2. Abdomen höher als lang Tidarren
 - Abdomen nicht höher als lang 3
3. Cephalothorax mit ausgeprägter Querfurche, Körperfärbung hell Romphaea
 - Cephalothorax ohne Querfurche 4
4. Chelizerenfalzrand bezahnt Enoplognatha
 - Chelizerenfalzrand nicht bezahnt 5
5. Körperlänge bis zu 2,5 mm Theridium
 - Körperlänge bis zu 13 mm, reife Tiere meist mehr oder

weniger dunkel gefärbt, inadulte Exemplare mit „zygiellen“-
ähnlichen Folium *Teutana* (part.)

10. *Teutana grossa* (C. L. Koch) wird von Cambridge als Bananenspinne erwähnt und wurde auch in Hamburg gefangen. Die Art erreicht eine Körperlänge von 11 mm und ist fast kosmopolitisch. Ihr Kennzeichen: Die helle Zeichnung auf der Dorsalseite des Abdomens.
11. *Teutana nobilis* (Th.), die häufigste Theridiide der kanarischen Bananen, fiel schon Cambridge und Caporiacco auf. Die Art erreicht eine Körperlänge von 13 mm. Alte Tiere haben eine gewisse Ähnlichkeit mit der deutschen Art *Steatoda bipunctata* (L.).
12. *Theridium denticulatum musivivum* Schmidt unterscheidet sich im Bau der weiblichen Sexualorgane von der Stammform. Auch ist die Vulva kleiner als die deutscher Exemplare von *T. denticulatum* Walck. Man erkennt die Art an der Zackenbinde, die sie auf ihrem Abdomen trägt.
13. *Tidarren hagemanni* Schmidt zeichnet sich durch ein extem hohes Abdomen im weiblichen Geschlecht aus. Die Art unterscheidet sich von der Kulczynskischen Madeiraspezies *T. gibberosum* (Kulc.) durch geringere Körpergröße (Cephalothorax: 1,4 mm lang; Abdomen: 2,3 mm lang, 1,6 mm breit und 3,1 mm hoch), längeren und spitzeren Clavus und das Fehlen der coxalen Zähne an den Beinen. Das Männchen wird 0,96 mm lang und besitzt wie alle Männchen dieser Gattung nur 1 Taster.
14. *Enoplognatha mandibularis* (Luc.) erkennt man an der Chelizerenbezahnung und der Form des Sternums, welches zwischen den Coxen spitz ausläuft. In meiner Sammlung befindet sich ein Pullus, das ich zu dieser Art stelle. Reife Weibchen erreichen eine Körperlänge von 6 mm und zeigen Ringelung an den Extremitäten.
15. *Romphaea canariensis* Schmidt parasitiert in den Geweben von *Teutana nobilis* (Th.) und ist leicht kenntlich an ihrer Ruhehaltung, bei der die Extremitäten eng angewinkelt über dem Cephalothorax gehalten werden. Weder das dritte noch das vierte Beinpaar wird nach hinten ausgestreckt. Die Art ist in erwachsenem Zustand nicht bekannt.

Nach Caporiacco gelangte die Theridiide *Crustulina guttata* (Wid.) mit Bananen nach Italien. Sie wird nicht länger als 2 mm und zeigt eine starke Körnelung auf dem Cephalothorax. Außerdem besitzt sie, insbesondere beim Männchen, an dessen Hinterrand jederseits ein Stridulationsorgan, wie man es auch bei Tieren der Gattungen *Teutana* und *Enoplognatha* antrifft.



Abb. 6. *Dendryphantes catus* (Bl.), 12-fach vergrößert, fot. Kaldewey.

10. Fam. Linyphiidae

16. *Meioneta rurestris* (C. L. Koch) wurde recht oft im Innern der Bananenstauden angetroffen. Die Art stellt dort ein ausgedehntes Deckennetz her, an dessen Unterseite sie auf Beute lauert. Auffallend ist der häufige Farbwechsel, der ohne erkennbare Ursache von einem zum andern Tag eintritt. So hatte ich ein Vierteljahr lang ein Weibchen, welches an manchen Tagen ein leuchtend rotes Abdomen aufwies, während es an anderen braun oder tiefschwarz gefärbt war.

11. Fam. Erigonidae

17. *Erigone atra* Bl. ist eine schwarz gefärbte Zwergspinne, die auch in Deutschland recht häufig ist. Beim Männchen enthält der Femur des Tasters eine Reihe von Zähnen.

12. Fam. Araneidae

18. *Araneus crucifer* (Luc.) wurde in einem Bananenkeller erbeutet. Er stellte ein 21-Radiennetz mit einem im Halbdunkel gelegenen Unterschlupf her. Körperlänge: Männchen 9, Weibchen 15 mm. Die Art ähnelt habituell unserer Kreuzspinne und zeigt eine deutliche Kreuzfigur auf dem abdominalen Folium.
19. *Cyrthophora citricola* (Forsk.) gelangte einmal nach Hamburg. Man erkennt sie leicht an den vielen Höckern des Abdomens, der

dunklen Körperfärbung und dem eigenartigen Fanggewebe, dem Klebfäden fehlen. Es ähnelt mehr einem Decken- als einem Radnetz, wenn auch bei eingehender Betrachtung die modifizierte Radnetzstruktur erkennbar wird. Besonders ausgeprägt ist bei dieser Spinne der Schwingreflex, der bei der geringsten Beunruhigung des Tieres in Erscheinung tritt und das Netz in Erschütterungen versetzt. Körperlänge: 14 mm.

13. Fam. Philodromidae

20. *Philodromus lepidus* Bl. wird häufig nach Deutschland eingeschleppt. Auch Caporiacco nennt ihn bereits. Die Spezies erreicht eine Körperlänge von 8 mm. Die männlichen Taster zeigen einen spitz zulaufenden Tarsus. Die Emboli weisen keine S-Linie auf wie bei der folgenden Art. Bei der Balz laufen die Männchen mit erhobenem ersten und weit gespreiztem, parallel zur Lauffläche gehaltenem zweiten Beinpaar hinter den Weibchen her bzw. nähern sich so unter ruckartigen Vorwärtsbewegungen ruhenden Weibchen. In gesteigerter sexueller Erregung werden drei Beine einer Körperhälfte gleichzeitig aneinander gerieben. Der Puls beträgt bei Zimmertemperatur 70, steigert sich aber binnen kürzester Zeit auf 240, wenn ein Weibchen in die Nähe kommt und die Extremitäten des Männchens berührt. Eine Eigentümlichkeit dieser und der folgenden Art sind die mehrfach beobachteten Selbstamputationen einzelner Beine, die z. T. ausgesogen werden. Derartiges wurde bisher nur bei einer Vogelspinne nach Beschädigung eines Beines gesehen.
21. *Philodromus punctigerus* Cambridge, die kleinere Art der Canaren, ist die häufigste kanarische Bananenspinne und fiel schon Cambridge und Caporiacco auf. Körperlänge 5 mm. Die Unterscheidung beider Arten erfolgt durch Vergleich der Sexualorgane.

14. Fam. Salticidae

Bestimmungsschlüssel für die Gattungen:

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. Innerer Chelizerenfaltrand mit zweispitzigem Zahn | 2 |
| — Innerer Chelizerenfaltrand mit einem einspitzigen Zahn .. | 3 |
| 2. Taster mit weißer Zeichnung | Hasarius |
| — Taster ohne weiße Zeichnung | Jacobia |
| 3. Sternum vorn verschmälert, Coxen des ersten Beinpaares einander genähert | Dendryphantès (part.) |
| — Sternum vorn nicht verschmälert, Coxen des ersten Beinpaares weit getrennt | Dendryphantès (part.) |

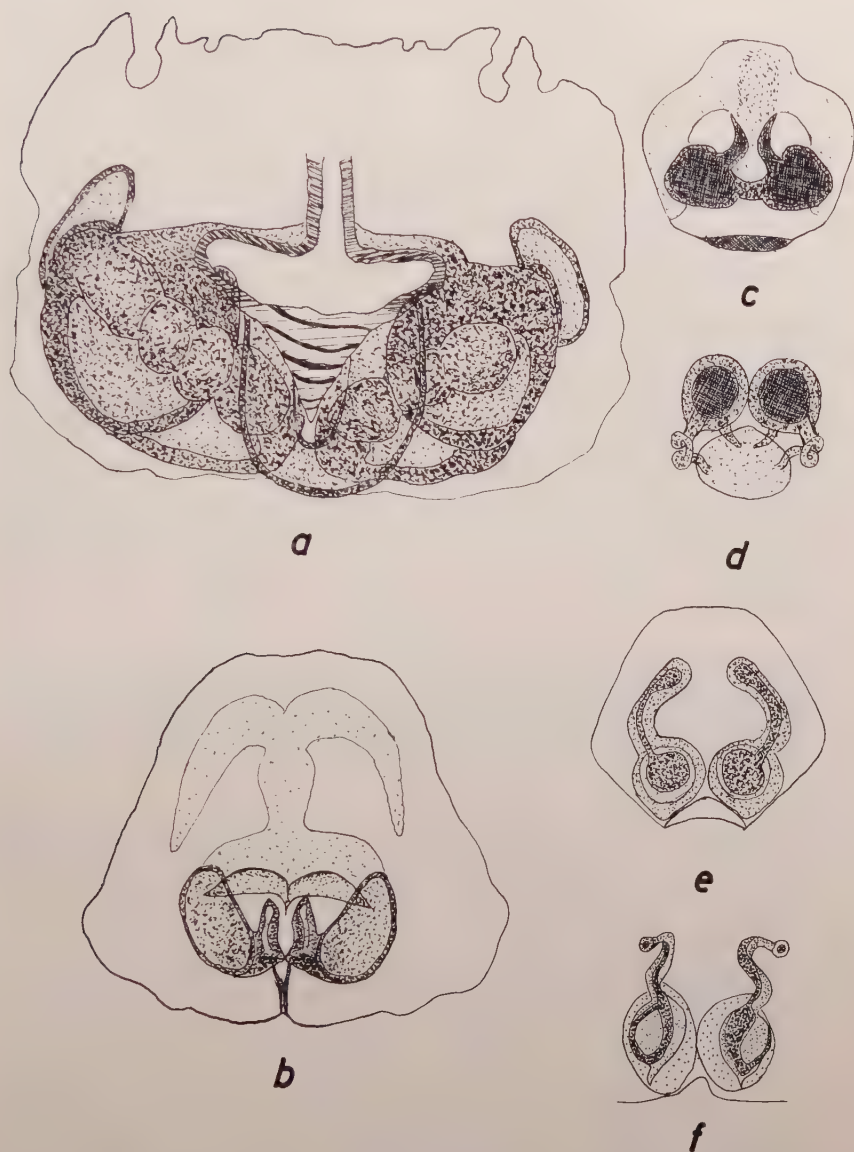


Abb. 7. Vulvae von a) *Zoropsis rufipes* (Luc.), pinx. Streland — b) *Scotophaeus varius* Sim., pinx. Streland — c) *Teutana nobilis* (Th.), pinx. Streland — d) *Theridium denticulatum musivivum* Schmidt, pinx. Streland — e) *Philodromus lepidus* (Bl.), pinx. Streland — f) *Philodromus punctigerus* Cambr., pinx. Vogel.

22. *Hasarius adansonii* (A u d.), eine circumtropische Spezies, wurde mehrmals nach Hamburg eingeschleppt. Körperlänge: 7 mm.
23. *Jacobia brauni* S c h m i d t gelangte bisher einmal nach Hamburg. Das Männchen ist unbekannt. Weibchen: Körperlänge 7,5 mm, Cephalothorax 4,2, Abdomen 3,8 mm lang; Körperbreite: Cephalothorax maximal 2,5, Abdomen maximal 2 mm. Beine: 4, 3, 1, 2 (Hasarius: 3, 4, 1, 2). Im Vergleich zur vorigen Art wirkt das Tier plump. Besonders sein Cephalothorax ist sehr viel höher. Die Art ist eindeutig durch die sehr charakteristische Vulva gekennzeichnet (S c h m i d t 1956).
24. *Dendryphantes catus* (B l.) wurde mehrmals erbeutet. Die Art macht einen mehr marpissenähnlichen Eindruck infolge ihres vorn verschmälerten Sternums und des mehr abgeplatteten Habitus. Sie ähnelt *D. grantii* W a r b., weicht aber in der Struktur der Sexualorgane und in der Körperzeichnung ab. Vor allem fehlen *D. catus* die für *D. grantii* bezeichnenden zwei hellen Flecken beiderseits des Herzgefäßes. Die Körperfarbe von *D. catus* ist hellgrau. Unter den Vorderaugen befindet sich eine breite weiße Haarbinde; das Abdomen trägt dorsal zwei schwarze Punkte, dahinter drei schwarze Winkelflecke; Körperlänge: 5,5 bis 6 mm.
25. *Dendryphantes musae* S c h m i d t wurde oft gefangen. Das Tier erreicht im weiblichen Geschlecht eine Körperlänge von 10 mm und ist dunkel gefärbt. Sein Abdomen besitzt ventral vor den Spinnwarzen zwei ineinanderfließende schwarze Flecken und dorsal eine helle Zackenbinde.
26. *Dendryphantes moebii* B ö s. ist eine häufige Salticide der kanarischen Bananen. Sie kommt in hellen und dunkleren Formen vor. Charakteristisch ist die Vulva, welche der von *D. catus* ähnelt. Das Abdomen weist meist eine hellbraune Zackenbinde auf. Die schwarzen Punkte auf der Ventralseite vor den Spinnwarzen sind deutlich getrennt. Körperlänge: 4,5 bis 8 mm. — Die beiden letzten Arten sind dem *D. nidicolens* (W a l c k.) sehr ähnlich. Leider ist der Black wallsche Typus von *D. catus* nicht mehr erhalten.

Eine weitere Salticide, welche nach C a p o r i a c c o mit kanarischen Bananen nach Italien eingeschleppt wurde, ist *Telamonia castresiana* (G r u b e). Körperlänge: 3 bis 4,5 mm. Taster und Vulva sind von den genannten Arten verschieden. Dem Taster fehlt ein langer gekrümmter Tibiafortsatz. Der Embolus ist kaum sichtbar. Die Epigyne weist zwei bohnenförmige, sehr lange, parallel gestellte Eingangsöffnungen auf.

15. Fam. Clubionidae

27. *Trachelas uniaculeatus* Schmidt ist eine dunkelbraune 5,3 mm lange Spinne, die nur auf dem linken Femur dorsal im basalen Drittel einen Stachel aufweist.

Caporiacco erwähnt zwei weitere kanarische Bananenspinnen, welche in Deutschland bisher nicht gefunden wurden: *Hersiliola versicolor* (Bl.) und *Xysticus verneau* Sim. Erstere Art ist leicht kenntlich an ihren sehr langen hinteren Spinnwarzen, die an der einander zugekehrten Seite mit zwei Reihen von Spinnspulen versehen sind. Der Kopfteil des Cephalothorax ist sehr erhöht; vier Stirn- und Seitenaugen bilden ein Quadrat miteinander. *Xysticus verneau* Sim. ist eine Krabbenspinne der Familie Thomisidae. Der innere Chelizerenfalzrand ist unbezahnt, der Körper ohne Fiederhaare. Die Körperlänge beträgt 5,5 mm. Der Cephalothorax ist schwärzlich braun an den Seiten. Die Hügel der Seitenaugen sind sehr groß. Die Augen der hinteren Reihe sind gleich groß und stehen in fast gleichem Abstand voneinander. Die gleichgroßen mittleren Vorder- und mittleren Hinteraugen bilden ein fast gleichmäßiges Quadrat.

Literatur

Schmidt, G. E. W., Zur Fauna der durch kanarische Bananen in Deutschland eingeschleppten Spinnen mit Beschreibungen neuer Arten, Zoologischer Anzeiger, im Druck. Dort auch sämtliche weitere Literatur.

Anschrift des Verfassers: Günter Schmidt, Institut für Umweltforschung, Hamburg 1, Gurlittstr. 37.

BUCHERSCHAU

Tischler, Wolfgang, Synökologie der Landtiere. 414 S., 116 Abb. (Gustav Fischer Verlag), Stuttgart, 1955. — Preis: Ganzln. DM 36,—.

Verfasser hat zusammen mit seinen Schülern seit mehr als 20 Jahren zahlreiche Einzelfragen der Biozönotik bearbeitet und 1949 seine „Grundzüge der terrestrischen Tierökologie“ als eine erste Einführung veröffentlicht. Mit dem jetzt vorliegenden Buch hat er es unternommen, die kaum noch übersehbare Fülle bekanntgewordener Tatsachen der Synökologie der Landtiere zusammengefaßt und geordnet darzustellen. Seine besondere Note und seinen hohen Wert auch für Nichtbiologen, insbesondere für Landwirte, Phytopathologen, Natur- und Landschaftsschützer erhielt das Buch dadurch, daß der Autor immer wieder die tiefgreifenden Einflüsse berücksichtigte, welche der Mensch durch seine Siedlungstätigkeit, durch forstliche, land- und wasserbauliche Maßnahmen und durch Schädlingsbekämpfung auf die Umwelt der Tiere ausgeübt hat und im steigenden Maße weiter ausübt. Mögen die am Schluß unter der Überschrift „Landschaftshygiene und Naturschutz“ gemachten Ausführungen und Appelle bei allen, die sie angehen, die ihnen zukommende Beachtung finden.

Der Stoff ist geschickt gegliedert, der allgemeine Teil enthält je ein Kapitel über Umweltsgegebenheiten und Lebensansprüche, biozönotische Ordnung, Energie und Stoff im Ökosystem, Bevölkerungsfluktuationen im Ökosystem, das Ökosystem als Raum-Zeitgefüge, Veränderungen von Ökosystemen und die durch den Menschen bedingten Änderungen in der Natur. Der zweite Teil befaßt sich, nachdem er die angewandten Ordnungsprinzipien dargelegt hat, mit der speziellen Synökologie, zunächst der Natur- und Halbkulturlandschaften (Litoraea-, Hylaea-, Silvaea-, Taiga-, Wüsten-, Steppen- und Skleraea-Landschaftstyp) und sodann der Kulturlandschaft (menschliche Siedlungen, Felder, Grünland, Feldhecken und Feldgehölze). Das Schriftumsverzeichnis ist äußerst reichhaltig (51 Seiten) und gut gesichtet. Angefügt sind eine Erklärung ökologischer Fachausdrücke sowie ein Autoren- und ein Sachregister.

H. Kemper

Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur 1951. Herausgegeben von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem. 420 S. (Verlag Paul Parey), Berlin und Hamburg, 1955. — Preis: DM 38,—.

Die seit 1921 in 22 Bänden herausgegebene Bibliographie enthielt bisher die einschlägigen Arbeiten der Jahre 1914 bis 1945. Der vorliegende Band zitiert über 12 500 Veröffentlichungen des Jahres 1951. Die dazwischen fehlenden Jahrgänge 1946 bis 1950 sowie auch die folgenden sollen so bald wie möglich erscheinen. Die Bearbeitung der drei letzten Bände lag in den Händen von Reg.-Rat Dr. J. Bärner. Die von dem früheren Bearbeiter, Prof. Morstatt eingeführte Gruppierung ist beibehalten. Einzelne Kapitel wurden aber entsprechend ihrem Umfang weiter aufgeteilt als es in den früheren Bänden der Fall war.

H. Kemper

Precht, H., Christophersen, J. und Hensel, H., Temperatur und Leben. 514 S., 182 Abb. (Springer-Verlag), Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1955. — Preis: Ganzln. DM 78,—.

Die Verf. haben es unternommen, den enorm großen und vielseitigen Einfluß, den die Temperatur auf die einzelnen Lebensprozesse sowie auf die für das Leben bedeutungsvollen Stoffe ausüben, zusammenfassend darzustellen. Berücksichtigt sind dabei die verschiedenen biologischen Disziplinen (Physiologie, Ökologie, Genetik usw.), wenn auch nicht in gleich hohem Maße. Behandelt werden in erster Linie die Ergebnisse der Grundlagenforschung, daneben auch manche Probleme der Praxis. Der Inhalt ist in drei Teile gegliedert. Der erste von H. P r e c h t bearbeitete Teil (177 S.) befaßt sich mit dem Temperatureinfluß auf chemisch-physikalische Prozesse, auf biologisch bedeutsame Stoffe (Wasser, Proteine) und auf die Lebensvorgänge der wechselwarmen Tiere und der Pflanzen. Der zweite Teil (151 S.), von J. C h r i s t o p h e r s e n, ist den Mikroorganismen gewidmet. Der dritte Teil (138 S.), von H. H e n s e l, beschäftigt sich mit den ganz anders gearteten Verhältnissen bei den Warmblütern (Vögel, Säugetiere und Mensch). Der Stoff ist übersichtlich und geschickt dargestellt. Bei den Abbildungen handelt es sich meistens um Kurven. Die äußerst umfangreiche Literatur, die verarbeitet werden mußte, ist in Fußnoten zitiert. Den Schluß des Buches bilden ein Autorenverzeichnis, ein Sachregister und eine Aufstellung der zitierten Organismen. Alle, die sich mit den Fragen des Lebens befassen (Biologen, Bakteriologen, Mediziner u. a.), schulden den Autoren Dank für ihre Arbeit.

H. Kemper

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Nematologica. International Journal of Nematological Research

Unter diesem Titel wird eine neue Zeitschrift im Verlag E. J. Brill, Leiden, herausgegeben. Ihr Hauptschriftleiter ist J. H. S c h u u r m a n s S t e k h o v e n, Deventer. 4 Hefte pro Jahr sollen einen Band bilden, der mindestens 256 Seiten umfaßt und 28 holländische Gulden kostet.

Es ist eine heute noch viel zu wenig beachtete Tatsache, daß nach den Insekten die Nematoden unter allen Tieren die größte Bedeutung in wirtschaftlicher und hygienischer Hinsicht haben. Der Entschluß, den Nematoden eine eigene internationale Zeitschrift zu widmen, verdient daher die volle Anerkennung, vor allem von seiten der Phytopathologen, der Parasitologen, der Hydrobiologen, der Bodenbiologen, aber auch seitens der Mediziner und Veterinärmediziner, wenngleich die ausschließlich human- und veterinärmedizinischen Fragen der Nematologie in der Zeitschrift nicht behandelt werden sollen.

Das erste Heft, das in sehr guter Ausstattung vorliegt und 80 Seiten umfaßt, enthält einen Teil der auf dem dritten in Wageningen vom 30. 6. bis 5. 7. 1955 abgehaltenen internationalen Symposium über die „Plant Nematodes and the Diseases they cause“ gehaltenen Vorträge und zwar:

Goffart, H., (Münster, Deutschland): Nematodenforschung und Pflanzenquarantäne.

D'Herde, J., R. H. Kips & J. vanden Brande, (Gent, Belgien): Aperçu des techniques employées dans les recherches sur le nématode doré de la pomme de terre.

- Bijloo, J. D. and Petronella M. Boogaers, (Wageningen, Holland): Population decrease of *Heterodera rostochiensis* after DD. treatment of the soil.
- Grainger, J., (Auchincruive, Schottland): Progress in soil mixing for nematode control.
- Minderman, G., (Arnhem, Holland): Aims and methods in population researches on soil-inhabiting nematodes.
- Doncaster, C. C., (Harpenden, England): Electronic flash in photomicrography.
- Hesling, J. J., (Harpenden, England): Some observations on *Heterodera major*.
- Southey, F. F., (Harpenden, England): National survey work for cereal root eelworm, [*Heterodera major*. (O. Schmidt) Franklin].
- Nolte, H. W., (Aschersleben, Deutschland): Beiträge zum Problem der Aktivierung der *Heterodera*-Zysten.
- Den Schluß des Heftes bildet eine Bibliographie neuer nematologischer Arbeiten.

H. Kemper

Hauswanzen

- Lee, Robert D., The Biology of the Mexican Chicken Bug, *Haematosiphon inodorus* (Duges) (Hemiptera: Cimicidae). The Pan-Pacific Entomologist, April 1955, Vol. 31, Nr. 2, S. 90—92.
- Lee, Robert D., New locality records for *cimexopsis nyctalis* List, the chimney swift bug (Hemiptera: Cimicidae). Bulletin of the Brooklyn Entomological Society, Vol. L, Nr. 2, S. 51—52, April 1955.
- Lee, Robert D., First Report of the Poultry Bug from a Golden Eagle's Nest, with New Locality Records. Journal of Economic Entomology, Vol. 47, Nr. 6, S. 1144, Dez. 1954.
- Lee, Robert D. and Raymond E. Ryckman, First precise Locality record of *Hesperocimex coloradensis* list from Mexico. (Hemiptera: Cimicidae) Proceedings of The Entomological Society of Washington, Vol. 57 August 1955, Nr. 4, S. 164.

H. Kemper

Gartenbauschädlinge

- Ankersmit, Jr. G. W., Over het verband tussen de aantasting door de koolzaadgalmug, *Dasyneura brassicae* Winn. (Diptera, Itonididae) en de koolzaadsnuitkever, *Ceutorrhynchus assimilis* Payk. (Coleoptera, Curculionidae) (engl. Zusammenfassg.) T. Plziekten 61, 93—97, 1955.
- Bremer, H. u. Orth, H., Fortgesetzte Untersuchungen zur Bekämpfung der Bohnenfliegen; Anz. Schädl.kunde 28, 138—140, 1955.
- Cepelák, J., Beitrag zur Kenntnis der Raupenfliegen des Ringelspinners (*Malacosoma neustria* L.) (tschech. dtsh. Zusammenfassg.) Zoologické a entom. Listy IV (XVIII) Cislo 2, 167—174, 1955.
- Dosse, G., Aus der Biologie der Raubmilbe *Typhlodromus cucumeris* Oud. (Acar., Phytoseiidae); Z. Pfl.krankh. u. Pfl.schutz 62, 593—598, 1955.
- Drees, H. u. Wirtz, W., Eine Fliege (*Pegomyia rubivora* Coquillett) als Himbeerschädling; Anz. Schädl.kunde 28, 152—153, 1955.
- Ehlers, M., Saatgutbehandlung gegen die Möhrenfliege; Z. Pfl.krankh. u. Pfl.schutz 62, 617—619, 1955.
- Fjeldalen, A. J., Systemische Mittel gegen Schädlinge an Obstbäumen, Beerenobst und Zierpflanzen; Höfchen-Br. 1955/1, 1—27.

- Fritzsche, R., Zur Methodik von Laboruntersuchungen an Spinnmilben (Tetranychidae); Nachr.bl. Deutsch. Pflz.schutzdienst (Berlin) N.F. 9, 199 bis 203, 1955.
- Gaudchau, M. D., Die Wühlmaus, ein Großschädling ersten Ranges; Der Obstbau 74, 148—154, 1955.
- Godan, D., Zur Bekämpfung der Veilchenblattrollmücke (*Dasyneura affinis* Kieff.) Nachr.bl. Deutsch. Pflz.schutzdienst (Braunschweig) 7, 187 bis 189, 1955.
- Hamlyn, B. M. G., Aphid Transmission of Cauliflower Mosaic on Turnips; Plant Pathology 4, 13—16, 1955.
- Heinze, K. u. Kunze, L., Die europäische Aternengelbsucht und ihre Übertragung durch Zwergzikaden; Nachr.bl. Deutsch. Pflz.schutzdienst (Braunschweig) 7, 161—164, 1955.
- Mayer, K., Gurkenschäden durch Dipterenlarven; Nachr.bl. Deutsch. Pflz.schutzdienst (Braunschweig) 7, 149—150, 1955.
- Miles, M., The annual cycle of generations in some Anthomyiid Root Flies; Bull. Ent. Res. 46, 11—19, 1955.
- The Onion-Fly complex; Bull. Ent. Res. 46, 21—26, 1955.
- Molvan Oud Loosdrecht, W. E. de, Die Kohlensäure-Sauerstoff-Druckmethode zur Bekämpfung der Großen Narzissenfliege (*Lampetia equestris* F.); Z. angew. Ent. 38, 49—66, 1955.
- Oostenbrink, M., Een inoculatieproef met het erwtenzystenaaltje, *Heterodera goettingiana* Liebscher (engl. Zusammenfssg.), T. Pl.ziekten 61, 65—68, 1955.
- Pag, H. G., Ein gefährlicher Rosenschädling (*Argyroprocta ochroleucana* Hb.); Gartenwelt 55, 372, 1955.
- Schlabritzky, E., Das Stuttgarter Insektarium zur Zucht von *Prospaltella perniciosi* TOW. (Hymenoptera); Z. Pfl.krankh. u. Pfl.schutz 62, 440—445, 1955.
- Schuch, K., Einiges über die Erdbeerblattlaus *Pentatrichopus fragaefolii* Cock; Z. Pfl.krankh. u. Pfl.schutz 62, 581—588, 1955.
- Shaw, M. W. u. McDonald, J., Comparison of Aldrin and BHC for the control of Carrotfly; Plant-Pathology 4, 11—13, 1955.
- Speyer, W., Kohlweißlings-Notizen; Z. Pfl.krankh. u. Pfl.schutz 62, 552 bis 560, 1955.
- Stevenson, J. H., Onderzoek naar de wijze, waarop de koolzaadgalmug (*Dasyneura brassicae* Winn.) haar eieren legt op koolzaad (*Brassica napus* L.) (engl. Zusammenfssg.); T. Pl.ziekten 63, 81—86, 1955.
- Sylvester, E. S., Aphid transmission of nonpersistent plant viruses with special reference to the Brassica nigra Virus; Hilgardia 23, No. 3, 53 bis 98, 1954.
- Lettuce mosaic virus transmission by the green peach aphid; Phytopathology 45, 357—370, 1955. Hansgeorg Pag, Berlin-Dahlem.

Fliegen

- Anonym, Diazinon in der Fliegenbekämpfung. Information aus der Abteilung für Schädlingsbekämpfung. J. R. Geigy A. G., Basel, 1955.
- Baker, W. C. u. Schoof, H. F., Prevention and control of fly breeding in animal carcasses. Journ. econ. Ent., 48, 1955, Nr. 2, S. 181—183.
- Vanden Berghe, L. & Lambrecht, F. L., Notes on the discovery and biology of *Glossina brevipalpis* Newst. in the Mosso Region (Urundi). Bull. ent. Research, 43, 1954, S. 501—505. Ref. in: The Veterinary Bulletin, 25, 1955, Nr. 7, S. 354.

- Borchert, A. u. Seifert, L., Über die Beeinflussung der Dasselbeulen durch Kochsalzeinreibungen. Arch. Exp. Veterinärmed. IX, 1955, H. 1, S. 136—141.
- Breev, K. A., The behaviour of blood-sucking Diptera and bot-flies when attacking reindeer and the responsive reactions of the reindeer. I. The behaviour of blood-sucking Diptera and bot-flies when attacking reindeer. II. Herding together in reindeer as a factor in protection from the attacks of blood-suckers and bot-flies. Mag. Parasit., Moscow., 12, 1950/51, S. 167—198 und 13, S. 343—354. Ref. in: The Veterinary Bulletin, 25, 1955, Nr. 7, S. 354.
- Breev, K. A. u. Savel'ev, D. V., Preventive measures against *Hypoderma* spp. in reindeer. Veterinariya, Moscow., 31, 1954, Nr. 7, S. 35—37. Ref. in: The Veterinary Bulletin, 25, 1955, Nr. 7, S. 353.
- Döhring, E., Über Fliegenplage in Kleintierställen, Einsatz chemischer Bekämpfungsmittel und Resistenz. Anz. Schädlingkd., XXVIII, 1955, H. 9, S. 131—134.
- Eberhardt, A. I., Untersuchungen über das Schmarotzen von *Sarcophaga carnaria* an Regenwürmern und Vergleich der Biologie einiger *Sarcophaga*-Arten. Z. Morph. u. Ökol. Tiere, 43, 1955, H. 6/7, S. 616—647.
- Van Emden, F. I., New or interesting Stomoxyinae, Phasiinae and Dexiinae of the Belgian Congo Museum. (Diptera Calypterae). Ann. Mus. Congo Tervuren, in-4°, Zool., 1, 1954, S. 548—552.
- Glasgow, J. P., *Glossina palpalis fuscipes* Newst. in lake-side and in riverine forest. Bull. ent. Research, 45, 1954, S. 563—574. Ref. in: The Veterinary Bulletin, 25, 1955, Nr. 7, S. 354.
- Green, A. A. u. Kane, J., The control of blowflies infecting slaughterhouses. III. Large-scale experiments at a domestic-refuse depot. Ann. appl. Biol., 41, 1954, S. 165—173. Ref. in: The Veterinary Bulletin, 25, 1955, Nr. 9, S. 489.
- Holz, J., Untersuchungen über die Möglichkeit der Übertragung von Milben (*Psoroptes* und *Notoedres*) und Läusen (*Polyplax spinolosa*) durch *Musca domestica*. Tierärztl. Umschau, 10, 1955, Nr. 7, S. 248—249.
- Jackson, C. H. N., The hunger-cycles of *Glossina morsitans* Westwood and *G. swynnertoni* Austen. J. Anim. Ecol., 23, 1954, S. 368—372. Ref. in: The Veterinary Bulletin, 25, 1955, Nr. 7, S. 354.
- Kettle, D. S. u. Utsi, M. N. P., *Hypoderma diana* (Diptera, Oestridae) and *Lipoptena cervi* (Diptera, Hippoboscidae) as parasites of reindeer (*Rangifer tarandus*) in Scotland with notes on the second-stage larva of *Hypoderma diana*. Parasitology, 45, 1955, 1 u. 2, S. 116—120.
- Kilpatrick, J. W. u. Schoof, H. F., House fly control in dairies near Savannah, Georgia with residual applications of CS-708, NPD, and malathion. Journ. econ. Ent., 47, 1954, Nr. 6, S. 999—1001.
- Lüers, Th., Köpf, H., Bochnig, V. u. Lüers, H., Vergleichend histologische Untersuchungen am Zentralnervensystem DDT-resistenter und sensibler Stämme von *Drosophila melanogaster* nach DDT-Einwirkung. „Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft in Tübingen 1954.“
- Lührs, Einfluß der Temperatur auf den Dasselbefall. Dtsch. Tierärztl. Wochenschr., 62, 1955, Nr. 19/20.
- Mail, G. A. u. Schoof, H. F., Overwintering habits of domestic flies at Charleston, West Virginia. Ann. Ent. Soc. Amer., 47, 1954, Nr. 4, S. 668 bis 676.

- Müller, F., Fliegenresistenz in der Praxis. Anz. Schädlingsskd., XXVIII, 1955, H. 12, S. 184—186.
- Parish, W. E., The fight against warble fly. Agriculture, Lond. 61, 1955, S. 574—577. Ref. in: The Veterinary Bulletin, 25, 1955, Nr. 9, S. 489.
- Rabello, E. X. u. Malheiro, D. de M., Presença de larvas de *Oestrus ovis* L. 1761 (Diptera — Muscoidea — Oestridae) em *Capra hircus* L. 1766, no estado de São Paulo, Brasil. (*Oestrus ovis* larvae in goats in Brazil). Rev. Fac. Med. vet., S. Paulo, 5, 1953/54, S. 41—53. Ref. in: The Veterinary Bulletin, 25, 1955, Nr. 9, S. 489.
- Reiff, M., Nachweis des fermentativen Abbaus der DDT-Wirksamkeit mit Fliegenextrakten im Papierchromatogramm. (Grundlagen zur Resistenzforschung. 2. Mitteilung.) Revue Suisse de Zoologie, 62, 1955, Nr. 8, S. 218—224.
- Schoof, H. F., Survey and appraisal methods for community fly control programs. Public Health Monograph No. 33, (Public Health Service Publication No. 443, 1955). Auszug in: Public Health Reports, 70, 1955, Nr. 11, S. 1137—1138.
- Schoof, H. F. u. Savage, E. P., Comparative studies of urban fly populations in Arizona, Kansas, Michigan, New York, and West Virginia. Ann. Ent. Soc. Amer., 48, 1955, Nos. 1—2.
- Suenaga, Osamu, Ecological investigations on the flies caught by a cage trap at Sabae district, Fukui prefecture. Nagasaki Igakkai Zasshi (The Journal of Nagasaki Medical Society), 29, 1954, (12): 1055—1064.
- Theodor, O., On the genus *Eucampsipoda* Kol. and *Dipseliopoda* n. g. (Nycteribiidae, Diptera). Parasitology, 45, 1955, 1 u. 2, S. 195—229.
- West, L. S., Fly control in the Eastern mediterranean and elsewhere. Report of a survey and study. World Health Organization, Insecticides, 19, 12. May 1953.
- Whiting, F., Nelson, W. A., Slen, S. B. u. Bezeau, L. M., The effects of the sheep ked (*Melophagus ovinus* L.) on feeder lambs. Canad. J. Agric. Sci., 34, 1954, S. 70—75. Ref. in: The Veterinary Bulletin, 25, 1955, Nr. 7, S. 354.
- Windemuth, M. L., Neue Verfahren zur Fliegenbekämpfung. Gesunde Pflanzen, 7, 1955, H. 8, S. 169—172.
- Zumpt, F., XXXVII. Diptera Calliphoridae. Ann. Mus. Congo Tervuren, in-8°, Zool., 36, 1955.
- Zumpt, F., *Phumosia schoutedeni* n. sp. with remarks on the status of the genus *Phumosia* R.—D. (Diptera Calliphorinae). Ann. Mus. Congo Tervuren, in-4°, Zool., 1, 1954.
- Zumpt, F., East-African Calliphoridae (Diptera). (Ergebnisse der Deutschen Zoologischen Ostafrika-Expedition 1951/52, Gruppe Lindner, Stuttgart, Nr. 10). Beiträge z. Entomologie, 4, 1954, Nr. 5/6, S. 644—655.

E. Kirchberg.

Stechmücken und Verwandte

- Baker, W. C. u. Schoof, H. F., Temporary control of adult mosquitoes at outdoor places of public assembly. Mosquito News, 15, 1955, Nr. 1, S. 32—34.
- Barnett, H. C., Cage equipment for the study of mosquitoes infected with pathogenic agents. Mosquito News, 15, 1955, Nr. 1, S. 43—44.

E. Kirchberg.

LIBRARY
SEP 1956
Eu. HIA
AL
PARATE

52

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ZOOLOGIE

(früher: Zeitschrift für hygienische Zoologie und Schädlingsbekämpfung)

In Verbindung mit

Günther Becker, Berlin; Kurt Becker, Berlin; Hellmuth Gäbler, Eberswalde; Karl Gösswald, Würzburg; Bruno Götz, Freiburg i. Breisgau; Bruno Harms, Berlin; Albrecht Hase, Berlin; Erich Kirchberg, Berlin; Friedrich Lenz, Plön; Erich Martini, Hamburg; Karl Mayer, Berlin; Gerd Poetschke, München; Werner Reichmuth, Berlin; Karl Strenzke, Wilhelmshaven; Wolfgang Tischler, Kiel; Herbert Weidner, Hamburg; Fritz Weyer, Hamburg; Fritz Zumpt, Johannesburg,

herausgegeben von

HEINRICH KEMPER
Berlin-Dahlem

Drittes Heft 1956



D U N C K E R & H U M B L O T / B E R L I N

Inhaltsverzeichnis

Originalarbeiten	Seite
G. Rack: <i>Bryobia</i> (Acari, Tetranychidae) als Wohnungslästling. Mit einigen Beobachtungen über <i>Petrobia latens</i> Müller	257
F. Zumpt: Die Bedeutung der medizinischen Entomologie für den Gesundheitsdienst Südafrikas	295
K.-G. Adlung und H. Kauth: Prüfung der molluskiziden Eigen- schaften einiger insektizider Wirkstoffe	301
H. Wiegand: Gradologische Untersuchungen über den Kiefern- spinner (<i>Dendrolimus pini</i> L.)	307
H. Drees und A. Jung: Über die Einwirkung mechanischer Kräfte auf den Wasserhaushalt von <i>Calandra granaria</i> L. bei verschie- denen Luftfeuchten	357
Bücherschau	371
Zeitschriftenschau	379
Kleine Mitteilung	384

Der Temperatursinn der Insekten

Von Prof. Dr. Konrad Herter

378 Seiten. Mit 130 Abb. und 32 Tabellen. 1953. DM 66,—

„Der vorliegende ausgezeichnet ausgestattete Band, in dem der Verfasser seine Versuchsergebnisse und Beobachtungen mit der umfangreichen Literatur unter einheitlichen Gesichtspunkten verarbeitet hat, wird für alle biologisch und ökologisch arbeitenden Entomologen bald unentbehrlich sein.“

Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten

Wir schulden dem Autor Dank dafür, daß er trotz widriger Zeitverhältnisse das sehr umfangreiche Tatsachenmaterial zusammengetragen, gesichtet und so dargestellt hat, daß sich jeder leicht orientieren kann. Sein Buch ist grundlegend und wird sicherlich für lange Zeit maßgebend sein.

Zeitschrift für angewandte Zoologie

D U N C K E R & H U M B L O T / B E R L I N - M Ü N C H E N

Bryobia (Acari, Tetranychidae)* als Wohnungslästling. Mit einigen Beobachtungen über *Petrobia latens* Müller

Von Gisela Rack

(Mit 18 Abbildungen)

I. Einleitung

In den letzten Jahren häuften sich die Meldungen über das Lästigwerden der Stachelbeermilbe „*Bryobia praetiosa* Koch“ in Wohnungen.

E. Döhring (1952) beschreibt solche Fälle in Berlin, K. Hahmann & H. Piltz (1952) und H. Weidner (1952) in Hamburg, A. Pritchard & W. Baker (1952) in Californien, W. Ext (1953) in Kiel, K. Vestergaard (1953/54) in Dänemark, G. Mathys (1954) in der Schweiz und G. L. van Eyndhoven (1954) in Amsterdam. Davor sind in der Literatur nur wenige Angaben über das Eindringen von „*Bryobia praetiosa* Koch“ in Wohnhäuser zu finden. Die ersten Meldungen stammen aus den Vereinigten Staaten (Webster 1889/93). Der erste Bericht aus England kommt von Miss E. A. Ormerod (1893); sie teilt mit, daß dreimal eine Spinnmilbenart an den Süd- und Westfronten von Häusern beobachtet wurde. In Deutschland scheint das Lästigwerden von „*Bryobia praetiosa* Koch“ in Wohnhäusern vor v. Hanstein (1900) nicht bekannt gewesen zu sein. Er berichtet von einem Massenauftreten in einem Zimmer des Palais des Prinzen Leopold in Potsdam. In den folgenden Jahren sind nur vereinzelte Meldungen zu finden, aus Deutschland jedoch keine, bis sich ab 1952 die Berichte auf einmal häufen.

Das gleiche gilt für den Massenbefall von Stachelbeersträuchern und Obstbäumen durch „*Bryobia praetiosa* Koch“.

Auch hier liegen die ersten Berichte aus Amerika vor. In Deutschland beobachtete zuerst F. Thomas (1889) die schweren Schäden an *Ribes grosularia* L. durch *Bryobia*. Nach 1889 häufen sich ebenfalls die Meldungen, jedoch kontinuierlicher als die über den Wohnungsbefall. Sie lassen nicht auf ein plötzliches Massenauftreten in den letzten drei Jahren schließen.

Es erheben sich mehrere Fragen:

1. Entwickelt sich die in Wohnungen auftretende *Bryobia* zu einem neuen Lästling?

* Von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Hamburg zur Erlangung des Grades eines Diplom-Biologen angenommene Arbeit.

2. Wie hat das Tier vorher gelebt, als es für den Menschen noch harmlos und als lästiger Wohnungseindringling unbekannt war?
3. Welches sind die Gründe für seine plötzliche Vorliebe für menschliche Behausungen, die stets mit einer Massenentwicklung verbunden ist?
4. Handelt es sich bei der in Wohnungen eindringenden *Bryobia* um die gleiche Art, die auch Stachelbeersträucher und Obstbäume befällt?

Zur Beantwortung der ersten drei Fragen ist die Kenntnis der Biologie und Ökologie der Milbe nötig.

II. Biologie und Ökologie der in Wohnungen lästigen Milbe „*Bryobia praetiosa* Koch“

1. Untersuchungen an einem stark befallenen Verwaltungsgebäude

Bereits am 20. April 1955 erhielt ich durch einen Schädlingsbekämpfer Nachricht von einem Massenbefall. Es handelte sich um ein Verwaltungsgebäude am Rande der Stadt Hamburg. Die Milben waren in großer Zahl in den Keller- und Parterreräumen dieses Gebäudes vorhanden. Sie liefen in Mengen auf den Schreibtischen, Akten, Lampen, Fensterbrettern, kurz auf allen in Fensternähe stehenden Gegenständen herum. Es war anzunehmen, daß die Plage von draußen hereinkam; denn den Literaturangaben nach ernährt sich „*Bryobia praetiosa* Koch“ nur von Pflanzensaft. Die wenigen vorhandenen Topfpflanzen konnten den unzähligen Milben unmöglich genug Nahrung bieten. Außerdem schienen die Zimmerpflanzen den Tieren nicht zuzusagen, die Blätter zeigten nicht eine einzige Saugstelle. Nur die eine vorhandene *Zantedeschia aetiopica* war besät mit unzähligen weißen Saugstichen. Auf ihr konnten auch zahlreiche Milben beim Saugen beobachtet werden. E. Döhning (1952) machte in Berlin die gleiche Beobachtung.

Die Untersuchung des Geländes ergab dann ein klares Bild:

Um den Bau bis unmittelbar an die Hauswände heran stand frischer, saftig-grüner, noch im vegetativen Zustand befindlicher Rasen. Einen halben bis einen Meter vom Haus entfernt war dieser Rasen fast völlig weiß infolge zahlreicher Saugstellen. Es waren folgende Pflanzen, die hier den Milben als Nahrung dienten: *Lolium perenne* L. (am stärksten geschädigt), *Holcus lanatus* L., *Dactylis glomerata* L., *Festuca rubra* L., *Poa annua* L., *Poa nemoralis* L., *Plantago major* L., *Ranunculus acer* L., *Trifolium repens* L. und *Lathyrus spec.* Auf ihnen saß jedoch während der ersten Untersuchung (es war nachmittags und schon ziemlich kalt) keine einzige Milbe. Es liefen dagegen viele Tiere die Hauswand

hinauf. Hauptsächlich waren es prall vollgesogene, dunkelbraune Adulti, Jugendstadien waren nur in geringer Zahl vorhanden. Unter den Fenstersimsen befanden sich viele Exuvien und stillsitzende Adulti. Die mitgenommenen Exemplare unterschieden sich zunächst in keiner Weise von dem im Museum befindlichen Alkoholmaterial der *Bryobia praetiosa* Koch.

Das Gebäude (Abb. 1) ist ein unverputzter, roter Klinker-Neubau, der im August 1953 fertiggestellt wurde. Die hintere Längsfront zeigt nach Nord-Westen, die vordere nach Süd-Osten. Der ganze Gebäudekomplex ist umgeben von jungem, frischem Rasen, der im Oktober 1953 gesät wurde. Am größten ist die Rasenfläche vor der Süd-Ost-Front; an den anderen Seiten befindet sich teilweise nur ein schmaler, grüner Streifen. An dieser langen

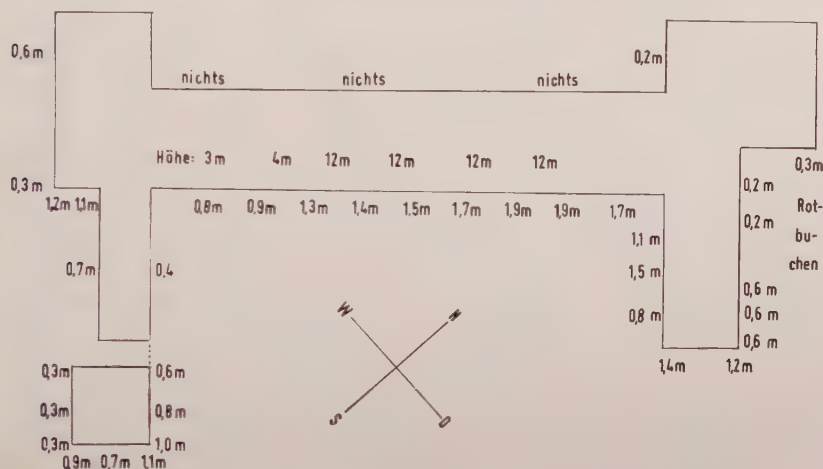


Abb. 1. Grundriß des untersuchten Verwaltungsgebäudes.

Süd-Ost-Front war der Hauptbefall; an den anderen Seiten des Hauses schienen sich weniger Milben aufzuhalten. An den am längsten sonnbeschienenen und den geschütztesten Stellen war der Befall am stärksten. Das Gras zeigte bis 1,90 m vom Haus entfernt noch die weißen Saugstellen. An allen Süd-Ost-Fronten des Komplexes war es genau so, bis auf eine Stelle, an der hohe Rotbuchen Schatten auf das Haus und den Rasen warfen. Hier war das Gras nur etwa 30 cm von der Hauswand entfernt geschädigt. Die Nord-Ost und Süd-West-Seiten waren deutlich schwächer befallen. Im Nord-Westen gab es keine Milbe und keine Saugstelle.

Da, wo der Rasen bis 1,90 m weit vom Haus entfernt noch Saugflecke zeigte, waren die Tiere an der Mauer bis 12 m hoch anzutreffen. An diesen Stellen war die Belästigung in den Keller- und Parterreräumen, auch in den Zimmer des 1. Stockwerkes besonders groß. An den von der Sonne weniger begünstigten Stellen waren die Milben

an der Hauswand nur bis 1 m hoch zu finden. Sie verkrochen sich hier unter den Sims en der Parterrefenster.

Die Milben bevorzugten die warmen, geschützten Stellen. Sie sind dort sehr aktiv und vor allem in großer Anzahl anzutreffen. Wiederholte Temperaturmessungen zeigten, daß die Temperatur an einer von den Tieren bevorzugten Stelle am Tag mindestens um 4° bis 5° C höher lag als an einer Stelle, an der nur wenige Tiere herum liefen.

Es ist anzunehmen, daß die Population schon im Sommer des Jahres 1954 groß war. Sie hat den Winter in Form von Adulti und Eiern an den geschützten Stellen überdauert. Während der ersten sonnigen Tage Anfang April, wahrscheinlich sogar schon früher, erwachen die Weibchen aus ihrer Starre und beginnen sofort, an den jungen Grashalmen zu saugen. Die Temperatur reicht aus, um die erwachsenen Tiere zu beleben, jedoch nicht, um die Larven aus den Eiern schlüpfen zu lassen. Jeden Morgen verlassen die Tiere ihre Verstecke und laufen die Hauswand abwärts zu ihrer Nahrungsquelle. Während der für diese Jahreszeit verhältnismäßig warmen Mittagsstunden sitzen sie in großer Zahl auf den Grashalmen und saugen. Sobald es kühler wird, treten sie nach und nach ihren Rückweg an. Die Mauer hat im Laufe des Tages durch die Sonnenbestrahlung Wärme gespeichert. Diese Wärme ist es, die die Tiere in der kalten Nacht benötigen. Nachts aufgestellte Thermometer zeigten ein Temperaturminimum dicht über dem Erdboden von 0° C, während das Minimum an den Milben-Verstecken nicht unter + 2° C fiel. Ist das Wetter schlecht, bleiben die Tiere auch tagsüber in ihren Verstecken. Während der sonnigen, warmen Tagesstunden ist die Saug- und Laufaktivität der Milben am größten. Während dieser Zeit ist auch die Plage in den Büroräumen am stärksten.

Das Gebäude hat eine sehr gute Heizungsanlage, dank derer das Haus bei warmem, sonnigem Wetter überheizt ist, so daß die Leute die Fenster öffnen. Gerade zu der Zeit laufen unzählige Tiere an der Hauswand herum und krabbeln auch in die geöffneten Fenster. Sie werden eventuell von der Wärme angezogen. Viele Milben gelangen jedoch auch durch die kleinsten Ritzen und Löcher ins Innere. Einige Tiere haben vielleicht auch in den Räumen überwintert. Letzteres dürfte jedoch nicht der Hauptgrund für den Befall der Räume sein, da im Inneren zu wenig Nistplätze mit Exuvien und Eiern zu finden waren. Auch war der Befall deutlich von den Wetterverhältnissen abhängig. War es sonnig, so wimmelte es in den Räumen von Milben. An einem kalten Regentage dagegen ebte die Plage ab, bis schließlich kaum noch Tiere in den Zimmern vorhanden waren. Erst wenn die Sonne wieder schien und die Milben an den Außenwänden zu Tausenden herum liefen, fing es drinnen wieder an, für die Bewohner unerträglich zu werden. Auch bei späteren Untersuchungen an anderen Stellen konnte das gleiche beobachtet werden.

Das Massenaufreten innerhalb der Häuser kommt meiner Meinung nach dadurch zustande, daß sich die Milben auf ihrem Weg von und zu ihrer Nahrungsquelle verlaufen. Bei einer Massenpopulation nimmt dieses Verlaufen gleich ein großes Ausmaß mit unangenehmen Folgen für die Hausbewohner an. Die Milben brauchen die Innenräume nicht als Überwinterungsverstecke. Die Fenstersimse, Ritzen und Balkonunterseiten draußen bieten ihnen Schutz genug.

2. Weitere Befallsstellen

Im Frühjahr 1955 wurden ferner folgende Häuser in Hamburg untersucht, die von „*Bryobia praetiosa* Koch“ befallen waren: 2 Wohnhäuser am Rande der Stadt, 1 Wohnblock in der Stadt, 2 Wohnhäuser in der Stadt, 1 Wohnblockkomplex außerhalb der Stadt, 1 Institutsgebäude im Stadtzentrum und 1 Fabrikgebäude in einem Hamburger Vorort. Überall bot sich das gleiche Bild: Breite Front nach Südosten, auf die ungehindert die Sonne scheinen kann. Davor mindestens eine drei Meter breite Rasenfläche, die in keinem Fall älter als zwei Jahre war. Der Rasen, der hauptsächlich aus *Lolium perenne* L. bestand, war saftig hellgrün, stand sehr hoch und war in allen Fällen bis dicht an die Häuser herangesät. Neue Wohnblocks mit gleich begünstigter Lage und gleich frischem Rasen, der aber nicht bis an die Hauswand reichte, zeigten keinen Befall. Auf freien Rasenflächen war keine Milbe zu finden. Am meisten befallen waren die Räume des Erdgeschosses; in das erste Stockwerk gelangten nur wenige Tiere.

Meiner Überzeugung nach gab es in Hamburg noch mehr Massenvorkommen von „*Bryobia praetiosa* Koch“ an und in Gebäuden; doch die wenigsten Mieter lassen darüber etwas verlauten. Sie schämen sich des „Ungeziefers“ und schweigen. Mit Benzin, Salmiakgeist und Imilauge versuchen sie selbst der Plage Herr zu werden. Nur selten wird ein Schädlingsbekämpfer gerufen.

Außer den auf Seite 258 aufgeführten Pflanzen wurden noch folgende gefunden, die der in Wohnungen lästigen „*Bryobia praetiosa* Koch“ als Nahrung dienen: *Agrostis* spec., *Alopecurus pratensis* L., *Capsella bursa pastoris* Moench, *Taraxacum* spec., *Trifolium pratense* L., *Artemisia vulgaris* L., *Lathyrus pratensis* L., *Hieracium murorum* L., *Urtica dioica* L., *Plantago lanceolata* L., *Ajuga* spec. und *Aegopodium podagraria* L.

3. Wie kommt es zu einer Infektion?

Das Phänomen einer Massenpopulation ist bei den Arthropoden nichts Seltenes. Mit einer genauen Kenntnis der Lebensansprüche, der jeweiligen Umweltfaktoren usw. kann man es oft erklären. Meist ist es der Mensch, der z. B. durch Bekämpfungs- und Kulturmaß-

nahmen das Gleichgewicht in der Natur stört und dabei nicht selten irgendeinem harmlosen Individuum derart optimale Bedingungen schafft, daß es sich plötzlich in Massen entwickeln kann. Aus dem ehemals harmlosen, kaum merklich schädlichen oder sogar nützlichen Tier kann dann sehr schnell ein großer Schädling bzw. Lästling werden. Bleiben wir bei dem Beispiel des milbenbefallenen Verwaltungsgebäudes. Das Haus steht erst seit zwei Jahren an dieser Stelle, der Rasen war erst vor anderthalb Jahren frisch gesät worden. Woher und wie kamen die Milben dahin? Es gibt mehrere Möglichkeiten:

- a) Die Grassaat oder
- b) die angepflanzten Bäume oder Sträucher konnten befallen gewesen sein.
- c) Die Ziegel konnten mit Eiern behaftet gewesen sein.
- d) Einzelne Tiere waren möglicherweise von einer in der Nähe befindlichen Massenpopulation hierher gewandert.

Alle diese Möglichkeiten wurden überprüft.

a) War die Grassaat befallen gewesen?

Hierzu wurden sehr viele Saatkörner, hauptsächlich von den von den Milben bevorzugten Grasarten, untersucht. An den Körnern, an und unter den Spelzen konnte kein einziges Ei gefunden werden.

b) Waren Bäume oder Sträucher befallen gewesen?

Nach G. Mathys (1954) befällt der auf Gras lebende Biotyp von „*Bryobia praetiosa* Koch“ unter Umständen auch die Kronen von Obstbäumen. Seine Eier soll er häufig an die Stämme von Obstbäumen legen. Durch Anpflanzung solcher befallener Bäume wäre eine Infektion der Grasfläche mit Bryobien gewährleistet. In den meisten der bisher in der Literatur beschriebenen Fällen sind aber auf und in der Nähe des Rasens keine Obstbäume gepflanzt worden, und die Milben waren trotzdem da!

Beim Verwaltungsgebäude hatte man zufällig Zierpflaumen angepflanzt. Die Bäume waren auch stark mit roten Eiern behaftet. Hauptsächlich waren es jedoch Eier einer anderen Tetranychidae, *Paratetranychus pilosus* C. et F. Von „*Bryobia praetiosa* Koch“ stammten nur wenige Eier. Die im Laboratorium aus diesen Bryobieneiern geschlüpften Larven gehörten alle zu der auf Obstbäumen lebenden Form von „*Bryobia praetiosa* Koch“. Im vierten Teil der Arbeit wird von der Möglichkeit einer exakten Bestimmung der einzelnen Larventypen berichtet werden. Die angepflanzten Bäume kamen also für die Entstehung der Milbenplage auch nicht in Frage.

c) Waren die Ziegel mit Eiern behaftet gewesen?

Die Milben könnten mit Baumaterial an diesen Ort transportiert worden sein. Diese Vermutung wurde durch den Umstand bekräftigt, daß es sich auch bei anderen Massenvorkommen um Neubauten handelte, um unverputzte Klinkerbauten. Sind etwa beim Lagern der

Ziegel in den Ziegeleien Bryobien an den Stapeln, die vielleicht auf Rasen stehen, ihrer Gewohnheit gemäß hochgelaufen und haben dort ihre Eier abgelegt?

Die Untersuchung vieler Ziegelstapel, die mitunter wirklich auf Gras standen, und das Absuchen von Ziegeln auf Bauplätzen gaben jedoch keinen Hinweis für die Berechtigung dieser Annahme. Nicht ein Tier und nicht ein einziges Ei konnten gefunden werden.

d) Waren möglicherweise einzelne Tiere von einer in der Nähe befindlichen Massenpopulation hierher gelangt?

Es wäre damit allerdings die Frage, woher die Milben kommen, nur vorläufig beantwortet. Man müßte sofort weiter fragen: Und woher kamen die Milben jenes Befallsortes?

Auch diese Möglichkeit wurde untersucht. Daß die Milben von einem Befallsort zur nächsten günstigen Rasenfläche selbständig wandern, ist so gut wie ausgeschlossen, es sei denn, die Stellen liegen dicht beieinander. In fast allen beobachteten Fällen lagen sie jedoch kilometerweit voneinander entfernt. Daß die Milben durch Vögel verschleppt werden, scheint nicht möglich zu sein. „*Bryobia praetiosa* Koch“ besitzt keine Wandernymphen, keinerlei Klammer- oder Festhalteinrichtungen. Dagegen entwickelt die auf Gras lebende Form von „*Bryobia praetiosa* Koch“ eine enorme Laufaktivität. Tiere jedoch, die darauf angewiesen sind, sich mit Hilfe von anderen Lebewesen verbreiten zu lassen, bewegen sich immer sehr langsam.

Es muß also noch eine andere Möglichkeit geben, die die Milben zu einer frisch um ein Haus angelegten Rasenfläche gelangen läßt. Die Frage löste sich bald und einfach. Ich fand eines Tages zufällig an Grasbüscheln, die um einen Chausseebaum standen, einige Exemplare der gleichen Milbe, die in Wohnungen lästig werden kann. Beim weiteren Suchen fand ich auch an den nächsten Bäumen welche. Schließlich konnte ich feststellen, daß diese Milbe überall da auftritt, wo die Bedingungen für ihr Vorkommen vorhanden sind. Nämlich: Ein von der Sonne beschienener Gegenstand, der sich vom Boden erhebt, mit direkt anstoßendem Gras oder krautigen Pflanzen. Es waren Chausseebäume, Zaunpfähle, Mauern oder Mauerreste, Meilensteine usw. Standen nur zwei bis drei Grasbüschel um einen dünnen Zaunpfahl, so lebten nur fünf bis zehn Tiere an diesem Ort. Waren mehr Grasbüschel vorhanden, so war auch die Zahl der Milben größer. Um einen Chausseebaum herum fand ich ungefähr im Durchschnitt fünfzehn bis zwanzig Tiere. In dieser geringen, völlig unauffälligen Zahl ist die Grasmilbe überall vorhanden: Im freien Gelände außerhalb der Stadt und auch im Stadtzentrum, sofern Gras da ist. Es braucht kein Rasen zu sein. Steht ein Grasbüschel direkt an einer Hausmauer, so ist es

in den meisten Fällen stark besogen, und zwei oder drei Tiere lassen sich immer finden. Auf diese Weise lebte die auf Gras spezialisierte Form von „*Bryobia praetiosa* Koch“ völlig unbemerkt hier wahrscheinlich schon sehr lange, ehe sie in Wohnungen allgemein bekannt und lästig wurde.

4. Gründe für die Massenentwicklung

Einige Jahre nach dem letzten Krieg, in dem zahllose Wohnhäuser vernichtet wurden, begann der Wiederaufbau der zerstörten Viertel. Man baute nicht auf die alte Weise dicht gedrängte Häuserviertel, in die kaum die Sonne scheinen kann, ohne ein bißchen Grün. Völlig freistehende Häuserblocks werden jetzt gebaut, die mit den Längsfronten vorzugsweise nach Südosten ausgerichtet und von großen, frischen Rasenflächen umgeben sind, die bis an die Häuser heranreichen. Ein Bauherr versicherte mir, daß er die Grundstücke nur noch so anlege. Die Häuser müßten „direkt aus dem Rasen herauswachsen“. Damit hat man aber der überall lebenden, auf Gras spezialisierten „*Bryobia praetiosa* Koch“ zahllose, für sie optimale Lebensräume geschaffen: Ein von der Sonne beschienener, sich senkrecht vom Boden erhebender Gegenstand, und massenhaft junges Gras, das hieran grenzt. Die Tiere werden aus den überall und folglich auch aus den in unmittelbarer Nähe der Neubauten vorhandenen kleinen Populationen auf die Grassaat geweht, oder sie laufen dahin, wenn der Weg nicht weit ist, und es entsteht dort eine Massenpopulation.

Die Faktoren, aus denen sehr bald, meist schon nach ein oder zwei Jahren, eine Massenentwicklung der auf Gras lebenden Form von „*Bryobia praetiosa* Koch“ resultiert, sind folgende:

a) Großer Biotop

Der vom Menschen geschaffene, neue Lebensraum ist sehr groß; er ist meist hundert- und mehrmal so groß als der natürliche Lebensraum (Zaunpfahl — hundert Meter lange Hausfront!); er kann infolgedessen viel mehr Individuen aufnehmen.

b) Reichliche Nahrung

Es werden große Rasenflächen bis dicht an die Hausfronten angelegt. Das junge, saftige Gras bietet Nahrung im Überfluß. Es sind vor allem die frischen Halme, die auch die Milben an den natürlichen Standorten bevorzugen.

c) Viel Wärme

„*Bryobia praetiosa* Koch“ ist sehr wärmebedürftig. Ihre Lauf- und Saugaktivität und die Entwicklungsgeschwindigkeit steigen mit der Temperatur. An den Süd- und Südostfronten der meist unverputzten Klinkerbauten wird bei Sonnenbestrahlung sehr viel Wärme ge-

speichert und ausgestrahlt. Die Milben können dadurch bereits zeitig im Frühjahr, bei noch verhältnismäßig niedrigen Lufttemperaturen, mit ihrer Saugtätigkeit und der Entwicklung beginnen. Bei starker Sonneneinstrahlung wirkt die Mauer gleichsam als Heizofen.

d) Geschützte Nistplätze

Eiablage, Häutung und Überstehen von zum Saugen ungünstiger Zeiten erfolgten stets an geschützten Stellen, normalerweise also unter loser Baumrinde, in Holzritzen, unter kleinen Steinvorsprüngen usw. Die Häuser bieten den Tieren diese Schutzplätze in reichlichem Maße. Die vielen Fenstersimse und Balkone gewähren ihnen selbst gegen Schneesturm und tagelang anhaltenden Regen sicheren Schutz.

e) Keine oder nur wenige Feinde

In jedem natürlichen Biotop, mag er noch so klein sein, herrscht zwischen den in ihm lebenden Tieren ein bestimmtes Gleichgewicht. Auf der ein-, zwei- oder dreijährigen Rasenfläche kann es ein Gleichgewicht noch nicht geben, die Besiedelung durch die verschiedensten Insekten usw. erfolgt erst langsam. Es wurden auf den Rasenflächen und den Mauern nur wenige der als Feinde der *Bryobia* bekannten Tierformen gefunden (z. B. nach H. Böhm *Anthocoris nemorum* L., *Scymnus punctillum* Ws., Hemerobiiden-Larven, Chrysopiden-Larven). Hinzukommt, daß die auf Gras lebende „*Bryobia praetiosa* Koch“ durch die für sie günstigen Umstände schon sehr zeitig im Frühjahr mit ihrer Entwicklung beginnen kann. Sie hat dadurch vor den meisten anderen Arthropoden einen großen Vorsprung. Die erste und vielleicht auch die zweite Jahresgeneration kann sich ohne Ausfall durch Feinde frei entwickeln.

f) Erhöhte Jahresgenerationszahl

Die Tiere überwintern im Eizustand, als Adulti und Teleiochrysaliden, selten als Nymphen, an geschützten Stellen: An Baumstämmen, Holzpfählen, Mauern, Häusern usw. (Daß Eier auf Gras abgelegt werden, konnte in keinem Fall beobachtet werden.) Die Entwicklung ist bei allen Generationen eine rein Weibchen hervorbringende Parthogenese. Von Mathys, von allen anderen Beobachtern und auch von mir konnten selbst bei Durchsicht großen Materials der verschiedensten Standorte niemals Männchen gefunden werden. Die Weibchen der ersten Jahresgeneration legen nach Mathys hauptsächlich Sommereier, die der folgenden Generationen legen Sommer- und Wintereier, wobei der Anteil an Wintereiern ständig zunimmt. Die letzte Generation im Jahr bringt nur noch Wintereier hervor. Die Zahl der Generationen im Jahr ist unbekannt. Ich nehme an, daß sie mindestens zehn beträgt. Um sie genau feststellen zu können, ist eine mehrjährige Beobachtung von Zuchten erforderlich. Das Züchten der

auf Gras lebenden Form von „*Bryobia praetiosa* Koch“ unter möglichst natürlichen Verhältnissen ist sehr schwer; dem enormen Laufbedürfnis dieser Milbe wird man nur schlecht gerecht werden können. Außerdem ist anzunehmen, daß die Zahl der Jahresgenerationen je nach den Umweltfaktoren variabel ist. Das Massenvorkommen von „*Bryobia praetiosa* Koch“ in Wohnhäusern hängt meiner Meinung nach auch mit einer erhöhten Jahresgenerationszahl zusammen.

5. Zusammenbruch der Massenpopulation

Der steile Anstieg der Individuenzahl wird nicht uferlos weitergehen, sondern sehr bald einem Maximum zustreben. Wahrscheinlich ist dieses Maximum bei den Fällen, in denen die Milbe in Scharen in Zimmer eindringt, bereits erreicht. Durch den Massenbefall ändern sich nämlich sehr rasch die Punkte b und e der eben aufgeführten Gründe für die Massenentwicklung.

Die reichliche Nahrung wird bald weniger und schlechter. Erstens leidet der ans Haus anstoßende Grasstreifen sehr durch den starken Befall. Einige Hausbesitzer mußten bereits nach anderthalb Jahren einen ein Meter breiten Streifen umgraben und frisches Gras säen. Das war das Verkehrteste, was sie tun konnten! Außerdem wird das Gras mit der Zeit älter; es ist dann für die Milben offenbar nicht mehr so hochwertig. Stießen alte Rasenflächen an Häuser, so konnten nur vereinzelte Tiere gefunden werden, auch wenn an dieser Stelle vor drei Jahren eine Massenpopulation vorhanden gewesen ist.

Es ist anzunehmen, daß die wenigen Feinde mit der Zeit auch zunehmen. Sie werden ihrerseits auf Grund der reichlich vorhandenen Milben, ihrer Nahrung, sehr bald einem Individuenmaximum entgegenstehen, das ein rasches Absinken der Milbenpopulation zur Folge haben dürfte. In den beobachteten Fällen konnten jedoch außer vielen Spinnen keine weiteren eventuell in Frage kommenden Feinde in auffällig großer Zahl gefunden werden.

Nur ein Nutznießer der Abfallprodukte der Milben sei hier erwähnt. *Lepinotus patruelis* Pearm, eine Staublaus, wurde in großer Zahl an den Nistplätzen der Milbe, insbesondere an den Stellen, an denen dicke weiße Schichten von Exuvien vorhanden waren, gefunden. Sicher dienen diese den Staubläusen als Nahrung. Sie gestatten ihnen, sich schnell und reichlich zu vermehren. Die Staubläuse haben jedoch mit einer Dezimierung der Milben nichts zu tun.

Für den Zusammenbruch einer Massenpopulation kann es noch andere Gründe geben. Man bedenke z. B., daß die Nachkommenschaft von anfangs wenigen Individuen nach nur anderthalb bis zwei Jahren, also nach nicht mehr als zwanzig Generationen, viele Tausende, wenn nicht sogar Millionen beträgt. Dieses plötzliche Anwachsen der Indi-

viduenzahl könnte eine Verminderung der Lebenstüchtigkeit der Individuen zur Folge haben. F. S c h w e r d t f e g e r (1944) meint, daß es eventuell Letalfaktoren wären, die unter anderem in den Ablauf der Massenentwicklung eingriffen und die Mortalität erhöhten.

6. Vorbeugungsmaßnahmen

Auch in diesem Jahr sind wieder unzählige Grundstücke so angelegt worden, daß sie in der nächsten Zeit der auf Gras lebenden „*Bryobia praetiosa* Koch“ optimale Bedingungen bieten werden. Es ist anzunehmen, daß dadurch die Milbenplage in den folgenden Jahren weiter zunehmen wird. Wie könnte man sich dagegen schützen? Das Einfachste wäre in jedem Fall, der Hauseigentümer lasse zwischen Hauswand und Rasenfläche mindestens einen ein Meter breiten Streifen völlig grasfrei. Diesen Streifen kann man mit Kies belegen. Auf ihm können aber auch ohne weiteres Zierstauden oder Sträucher angepflanzt werden. Die Milben überqueren diesen Kies- und Zierstrauchgürtel nicht. Wenn aber die Häuser unbedingt „direkt aus dem Rasen herauswachsen sollen“, so muß man sehr darauf bedacht sein, den jungen Rasen ständig kurz zu halten und vor allem die an die Wand stoßenden Gräser, die meist von der Schneidemaschine nicht erfaßt werden, ständig zu entfernen. Die chemischen Bekämpfungsmaßnahmen an den von mir untersuchten Befallsorten blieben ohne Erfolg.

Zusammenfassung

Die wichtigsten biologischen und ökologischen Eigenschaften der in Wohnungen lästigen Form von „*Bryobia praetiosa* Koch“ sind folgende:

- a) Nahrungspflanze: Gramineen und etliche krautige Pflanzen.
- b) Große Laufaktivität.
- c) Mehrere Generationen im Jahr vorhanden.
- d) Überwinterung als Eier, Teleiochrysaliden und Adulti, selten als Nymphen. An jedem schneefreien, sonnigen Wintertag mit Lufttemperaturen über 0° C werden die Tiere beweglich und suchen ihre Nahrungsquelle auf (Annahme aus Beobachtungen im Freien bis Ende November. Die Tiere waren auch dann noch auf Gras zu finden, wenn die vorangegangenen Nachttemperaturen — 10° C betragen hatten).
- e) Unter normalen Verhältnissen gibt es kleine Populationen, die man überall finden kann. Bei besonders günstigen Verhältnissen entstehen Gradationen, deren Maximum wahrscheinlich schon innerhalb von zwei Jahren erreicht wird.

Kommen wir auf die in der Einleitung gestellten Fragen zurück!

1. Aus der auf Gras lebenden Form von „*Bryobia praetiosa* Koch“ ist in Hamburg und auch an anderen Orten in den letzten drei Jahren ein beachtlicher Lästling geworden. Daß diese Milbe in Wohnhäusern lästig werden kann, ist bereits seit sechzig Jahren bekannt. Ihr Massenauftreten wird in Zukunft weiter steigen.
2. Die auf Gras lebende „*Bryobia praetiosa* Koch“ war in geringen Mengen überall da zu finden, wo sich ein Gegenstand, der von Gras umgeben ist und von der Sonne beschienen wird, senkrecht vom Boden erhebt. Doch auch heute lebt die Milbe noch immer unbemerkt an diesen natürlichen Standorten.
3. Ursache für die plötzliche Vorliebe für menschliche Behausungen ist die neue amerikanische oder englische Bauweise von Wohnblocks und Wohnhäusern, durch die der auf Gras lebenden „*Bryobia praetiosa* Koch“ optimale Lebensräume geschaffen werden.
4. Es bleibt noch festzustellen: Handelt es sich bei der für den Menschen so lästigen Milbe um die gleiche Milbe, die auch Stachelbeersträucher und Obstbäume befällt? Darüber bestehen die verschiedensten Meinungen. Der Auseinandersetzung mit ihnen gehe die morphologische Schilderung der auf Gras lebenden Form von „*Bryobia praetiosa* Koch“ voraus.

III. Morphologie der in Wohnungen lästigen „*Bryobia praetiosa* Koch“

Adultus (Abb. 6)

Die adulten Tiere sind ausschließlich Weibchen. Nach dem Schlüpfen aus der letzten Nymphenhaut sind die Adulti hellbraun bis hellrötlich-braun. Nach der ersten Nahrungsaufnahme verfärbt sich das Hysterosoma braun-rot oder braun-grün, Proterosoma und Beine bleiben hellrötlich-braun. Hysterosoma und Proterosoma sind durch eine deutliche Linie voneinander getrennt. Am Propodosoma befindet sich rechts und links je ein weinrotes Doppelauge. (Erläuterungen siehe Abb. 2.) Die Körpermaße der frisch geschlüpften Adulti sind: Körperlänge: 590 μ , Körperbreite: 440 μ . Und die der vollgesogenen zur Eiablage reifen Adulti: Körperlänge: 840 μ , Körperbreite: 650 μ . Die für den Genus *Bryobia* charakteristischen langen Vorderbeine sind im Durchschnitt 850 μ lang. Das Hysterosoma ist stark gerieft, der Körperrand ist cristaartig. Das Propodosoma ist in vier Zipfel ausgezogen, an denen sich je eine weiße, schüppchenartig verbreiterte Borste befindet. Am Körper befinden sich dorsal 28 weitere solcher weißen Schüppchen,

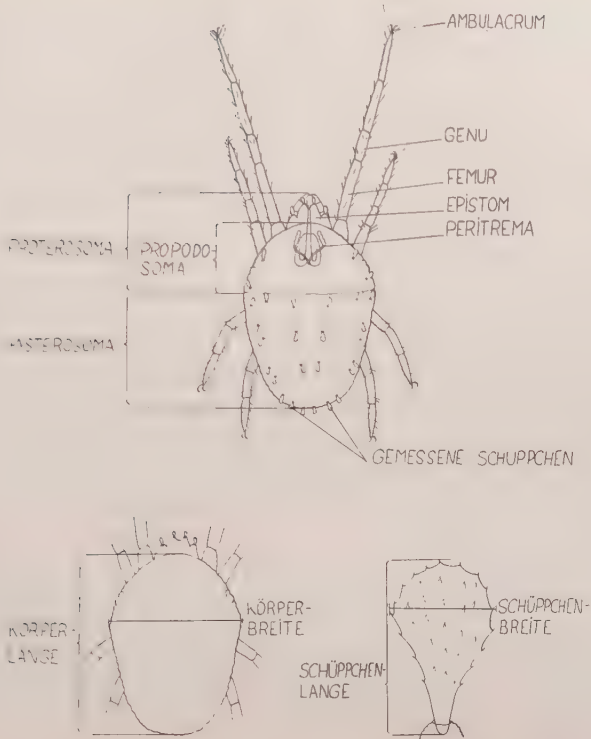


Abb. 2. Übersicht.

deren Länge $30\ \mu$ und Breite $17\ \mu$ beträgt ($= 1,8 : 1$). 22 dieser Schüppchen befinden sich am Körperrand, sechs dagegen in drei Paaren angeordnet in der Mitte des Hysterosomas. Das für die Tetranychidae charakteristische Spinnvermögen ist nicht oder nur in geringem Maße vorhanden.

Ei

Die Eier sind rund, von braun-roter Farbe und ohne Radialfurchen, wie sie z. B. die Eier von *Paratetranychus pilosus* C. et F. besitzen. Sie sind daher von diesen gut zu unterscheiden. Die Oberfläche ist matt-glänzend und mit feinen Partikelchen behaftet. Die Größe der Eier beträgt $190\ \mu$ (Durchschnitt aus 40 Messungen).

Larve (Abb. 8)

Die sechsbeinige Larve ist frisch geschlüpft orange- bis zinnoberrot. Ihr Körper mißt in der Länge $210\ \mu$ und in der Breite $170\ \mu$. Die Vorderbeine sind im Durchschnitt $270\ \mu$ lang. Der Körper ist durch eine

deutliche Linie in Proterosoma und Hysterosoma unterteilt. Das Propodosoma der Larve ist vorn einfach, noch nicht in vier Zipfel ausgezogen. Die Körperborsten sind noch nicht schüppchenartig, sondern lang und schmal. Ihre Länge beträgt $33,5\ \mu$, ihre Breite $5\ \mu$ ($= 6,7:1$). Es sind 28 solcher Schüppchen vorhanden. Hinzu kommen zwei glatte Borsten am vorderen Körperperrand. Hat die Larve einen bestimmten Ernährungszustand erreicht, bei dem sie infolge der aufgenommenen Nahrung braun-grün oder braun-rot gefärbt und im Höchstfall $380\ \mu$ lang und $260\ \mu$ breit ist, so setzt sie sich zur Ruhe. Einen Tag nach Eintreten des Ruhestadiums ist die Larve vollkommen starr. Dieses Stadium wird Protochrysalis genannt. Die Protochrysaliden sind im Durchschnitt $330\ \mu$ lang, $230\ \mu$ breit und braun-rot gefärbt. Ihre Vorderbeine sind in der für alle Tetranychiden charakteristischen Weise vom Genu ab nach unten umgeschlagen. Am Ende der Ruheperiode hebt sich langsam die alte Haut ab, die Chrysalis wird dadurch milchig weiß, die Haut platzt auf dem Rücken an der in Abb. 5 gezeichneten Linie quer auf und heraus schlüpft die

Protonympe (Abb. 3)

Die frisch geschlüpfte Protonympe ist hellbraun, die Körperlänge beträgt $290\ \mu$, die Breite $240\ \mu$. Sie ist achtbeinig, das vordere Beinpaar ist $350\ \mu$ lang. Die Körperborsten sind breiter geworden. Das Propodosoma zeigt schwach angedeutet vier Zipfel. An jedem Zipfel befindet sich eine federförmige Borste. Der ganze Körper besitzt jetzt 30 feder-

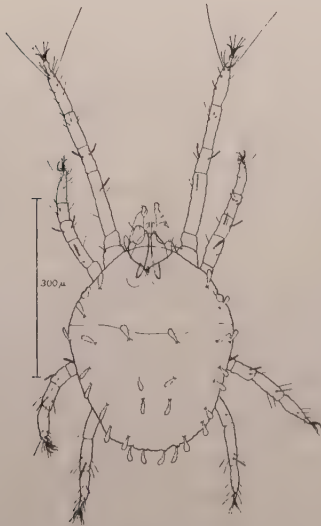


Abb. 3. Protonympe.

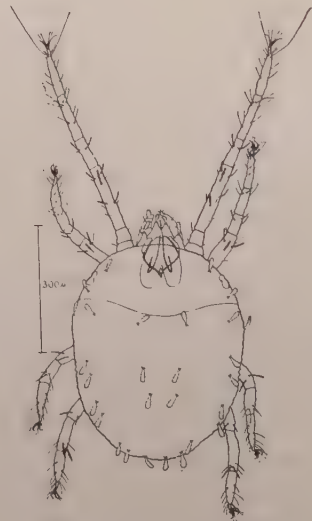


Abb. 4. Deutonympe.

artige Borsten, deren Länge 28μ und deren Breite 10μ beträgt ($= 2,8 : 1$). Nach intensiver Nahrungsaufnahme kann die Protonympe 425μ lang und 325μ breit werden. Sie ist dann grün-braun oder rot-braun gefärbt. Sie setzt sich zur Ruhe und wird nach einem Tag unbeweglich. Man nennt dieses Stadium *Deutochrysalis*. Die *Deutochrysalis* unterscheidet sich von der *Protochrysalis* durch ihre Größe — sie ist im Durchschnitt 420μ lang und 310μ breit —, durch das vorhandene vierte Beinpaar und die breiteren Federborsten. Aus ihr schlüpft die

Deutonymphe (Abb. 4)

Frisch geschlüpft ist auch die Deutonymphe hellbraun. Sie mißt in der Länge 380μ und in der Breite 325μ . Das vordere Beinpaar ist 530μ lang. Die Körperborsten sind etwas breiter, ihre Länge beträgt 30μ , die Breite $11,6\mu$ ($= 2,6 : 1$). Die vier Zipfel des Propodosomas sind etwas länger als bei der Protonympe. Durch die Saugtätigkeit wird die Deutonymphe sehr bald dunkelgrün oder schmutzig-braun-rot und erreicht schließlich eine Länge von 630μ und eine Breite von 440μ . Das Ruhestadium wird *Teleiochrysalis* genannt (Abb. 5). Dieses unterscheidet sich von der *Deutochrysalis* im wesentlichen durch seine Größe. Es ist im Durchschnitt 600μ lang und 440μ breit. Man kann es außerdem durch genaue Messungen der feder- bis blattartigen Körper-

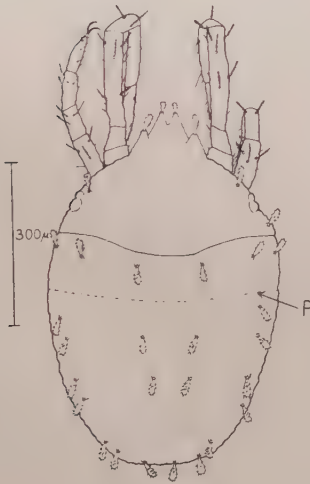


Abb. 5. *Teleiochrysalis*.

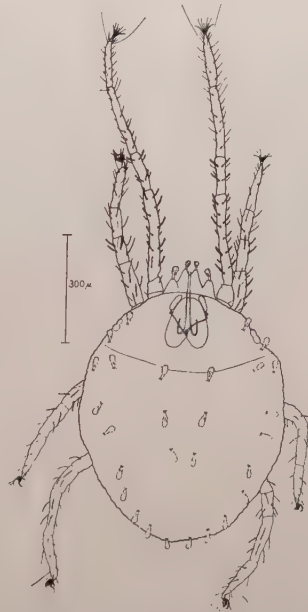


Abb. 6. *Adultus*.

borsten identifizieren. Die Körperschüppchen der Teleiochrysalis entsprechen denen der Deutonymphe, die der Deutochrysalis denen der Protonymphe. Auf die gleiche Weise wie bei den vorangegangenen Ruhestadien schlüpft aus der Teleiochrysalis schließlich der Adultus.

IV. Systematik und Nomenklatur der drei als „*Bryobia praetiosa* Koch“ geltenden Formen

Wie bereits ausgeführt, wurden Bryobien an Mauern und in Häusern schon vor 1900 beobachtet. Miss E. A. Ormerod (1893), bezeichnet sie wie die auf Stachelbeeren, Obstbäumen und Efeu gefundenen Bryobien als *Bryobia praetiosa* Koch.

A. Michael, der für sie die Stachelbeermilbe bestimmt hatte, meint übrigens, daß *praetiosa* Koch und *speciosa* Koch identisch wären. V. Hanstein (1902) schreibt, daß die *Bryobia*, die er an Mauern und auf Moos fand (die meiner Meinung nach die auf Gras lebende Form von *Bryobia* Koch ist) und die gelegentlich in Häuser eindringt, die gleiche Milbe wäre, die auch auf Stachelbeersträuchern vorkäme. Er nimmt an, daß die Stachelbeermilbe (v. Hanstein nennt sie nach Thomas 1896 *Bryobia ribis*) „ihre natürliche Nahrung auf Moosen und anderen Pflanzen, vielleicht verschiedenster Art, findet und gelegentlich einmal auf Stachelbeersträucher übergeht. Unter günstigen Umständen — bei reichlicher Nahrung und hellem, trockenem Wetter — können die Tiere sich dort massenhaft vermehren und so unvermittelt zu einer Plage für den Gärtner werden“.

In allen nachfolgenden Berichten über *Bryobia* als Wohnungseindringling nimmt man an, daß es sich um die Art *praetiosa* Koch handelt. Diese Annahme ist insofern berechtigt, als man sich über eine Artaufteilung des Genus *Bryobia* Koch nie einig war.

Koch (1836/38) z. B. nahm eine Artaufteilung vor und zwar in *praetiosa*, *gloriosa*, *speciosa* und *nobilis*. Da die Beschreibungen dieser Arten meist ungenügend sind und es vor allem keine Typen gibt, wurde bald alles wieder nur *Bryobia praetiosa* Koch genannt. 1914 schreibt z. B. Zacher, daß der Genus *Bryobia* nur eine Art, nämlich *praetiosa* Koch enthielte. Auch Geijskes (1939) äußert noch: Daß man es mit verschiedenen Rassen oder sogar Arten zu tun hätte, „halte ich nicht für sehr wahrscheinlich, da die Artunterschiede zwischen *Bryobia praetiosa* Koch und *sarothamni* (Geijskes) so auffallend sind, daß eine Differenzierung von Arten innerhalb des *praetiosa*-Komplexes nicht anzunehmen ist“.

Da es aber schon lange bekannt ist, daß die angeblich gleiche *Bryobia* auf den verschiedensten Pflanzen vorkommt, nämlich auf Obstbäumen, Stachelbeersträuchern, Efeu, Gras und krautigen Pflanzen, wurde schon früh die Vermutung laut, daß man es wahrscheinlich mindestens mit einzelnen Rassen zu tun hätte.

So spricht bereits Zacher (1919/20) von mehreren „biologischen Rassen“, in die die Art *Bryobia praetiosa* Koch zerfällt. Morphologisch wären diese völlig identisch, sie unterscheiden sich aber bezüglich ihrer Wirtspflanzen

und vor allem bezüglich ihrer Überwinterung. Von da an wird in der Literatur ständig die Vermutung ausgesprochen, daß man es bei der *Bryobia praetiosa* Koch gewiß mit mehreren Rassen zu tun hätte, Rassen, die äußerlich völlig identisch wären, sich aber in ihrer Verhaltensweise deutlich voneinander unterscheiden.

L. Reh (1901), der diese Unterschiede schon erkannte, äußerte als erster, daß hier wahrscheinlich eine Vermischung mehrerer Arten vorläge. Erst fünfzig Jahre später wurde diese Vermutung wieder ausgesprochen. H. Weidner (1954) äußerte seine Zweifel, daß man es mit Rassen zu tun hätte. Er meint, daß sich hinter dem Namen *Bryobia praetiosa* Koch gewiß mehrere Arten verbergen. Er ist der gleichen Ansicht wie der Aphidologe C. Börner (1952), der darauf hinweist, daß die Biologie in der Systematik eine wichtige Rolle spielen müsse, vor allem dann, „wenn der Museologe mit den Hilfsmitteln seiner vergleichenden Morphologie am Ende seiner Differenzierungskunst angelangt ist“. Gerade bei einer Art, die verschiedene Wirtspflanzen besiedelt, ist es erforderlich, „die biologischen Einheiten als Spezies zu behandeln und binär zu benennen“.

W. Wagner (1955) steht bei etlichen Zikaden vor dem gleichen Problem. In seiner Arbeit erwähnt er u. a. den Apfelblattsauger *Psylla mali* Schmdbg. Dieser lebt monophag auf Apfelbäumen. Eine andere Form lebt auf Weißdorn und wurde von Förster als *Psylla peregrina* beschrieben. 1910 untersuchte der tschechische Entomologe Šulc diese beiden Arten und stellte dabei fest, daß sie völlig identisch wären. Man hätte es also nur mit einer Art zu tun. Lal (1934) konnte dann aber experimentell feststellen, daß *P. mali* seine Eier nicht auf Weißdorn legt und *P. peregrina* die seinigen nicht auf Apfelbäume. Außerdem war eine kreuzweise Paarung nicht möglich. Morphologische Unterschiede waren nicht vorhanden, Lal erklärte beide Formen also als zwei Rassen einer Art. In den letzten Jahren griffen drei Entomologen dieses Problem wieder auf. Sie kamen unabhängig voneinander zu dem Ergebnis, daß zwar geringe, aber immerhin meßbare Unterschiede zwischen den beiden Formen vorhanden wären. Man hat es also doch mit zwei getrennten Arten zu tun, was eigentlich schon die Arbeiten von Lal nach der heutigen Auffassung bewiesen.

Sollte bei *Bryobia praetiosa* Koch nicht ein ähnlicher Fall vorliegen? Die biologischen Untersuchungen der letzten Jahre an *Bryobia praetiosa* Koch weisen deutlich darauf hin, daß man es sicher mit Arten und nicht mit Rassen zu tun hat.

Es sollen zunächst die biologischen Beobachtungen geschildert und zum Schluß die Ergebnisse meiner morphologischen Untersuchungen angeführt werden.

1. Unterschiede bezüglich der Nährpflanze

Immer wieder hat man festgestellt, daß *Bryobia praetiosa* Koch an Obstbäumen, Stachelbeersträuchern und krautigen Pflanzen Schaden anrichtet. Liegt hier Monophagie oder Polyphagie vor? Übertragungs-

versuche von Milben der einen auf die andere Pflanze sollten Klarheit darüber geben.

Schon v. Hanstein (1902) versuchte, Moosmilben auf Stachelbeerblättern zu halten. Der Versuch gelang. Für ihn war es eine Bestätigung dafür, daß Moosmilbe und Stachelbeermilbe identisch sind.

In den letzten Jahren wurden solche Übertragungsversuche häufiger vorgenommen. Die Ergebnisse sind aus der folgenden Tabelle zu sehen.

Tab. 1. Ergebnisse der bisher angestellten Übertragungsversuche

v. Hanstein	von Moos	auf Stachelbeere	+	1902
Wybou	von Stachelbeere	auf Apfel	+	1951
"	von Apfel	auf Stachelbeere	—	1951
Roesler	von Birne	auf Birne	+	1952
"	von Birne	auf Apfel	+	1952
"	von Apfel	auf Stachelbeere	—	1952
"	von Birne	auf Stachelbeere	—	1952
"	von Stachelbeere	auf Apfel	—	1952
"	von Stachelbeere	auf Birne	—	1952
Mathys	von Stachelbeere	auf Obst	+	1954
"	von Stachelbeere	auf Gras	(+)	1954
"	von Obst	auf Stachelbeere	—	1954
"	von Obst	auf Gras	—	1954
"	von Gras	auf Stachelbeere	—	1954
"	von Gras	auf Obst	(+)	1954
Böhm	von Stachelbeere	auf Obst	—	1954
"	von Obst	auf Stachelbeere	—	1954

() = in erzwungenem Maße.

Die Ergebnisse stimmen nicht in allen Fällen überein. So gelang z. B. Wybou die Übertragung von Stachelbeertieren auf Apfel, Roesler dagegen mißglückte sie. Mathys gelang sie wieder, H. Böhm nicht. Inwieweit unterschiedliche Versuchsanordnungen und -bewertungen dabei eine Rolle spielen, konnte ich nicht nachprüfen. Es wurden daher 1955 in Hamburg Übertragungsversuche in allen Kombinationen vorgenommen.

Versuchsanordnung:

Nach langem Ausprobieren zeigte sich folgende Methode am geeignetsten: Der für die Infektion bestimmte Futterzweig wurde in ein Gefäß mit Wasser gestellt und dieses Gefäß wiederum in einen Wasserbehälter gesetzt. Die für den Versuch vorgesehenen Milben wurden mit Hilfe eines Pinsels vorsichtig auf die Blätter des Futterzweiges gebracht, oder ein stark befallener Zweig wurde zu dem unbefallenen gestellt. Übertragungen wurden gesondert vorgenommen mit Larven, Nymphen und adulten Tieren. Es wurden jeweils 40 bis 50 Tiere übertragen. Neben jedem Infektionsversuch lief ein Kontroll-

versucht. Im ganzen waren es hundert Versuche. Die Ergebnisse sind in Tab. 2 aufgeführt.

Tab. 2: Ergebnisse der eigenen Übertragungsversuche

Stb. auf Stb.	Stb. auf Obst	Stb. auf Gras	Obst auf Obst	Obst auf Stb.	Obst auf Gras	Gras auf Gras	Gras auf Stb.	Gras auf Obst
+	+	+	+	—	—	+	—	+
+	+	+	+	—	—	+	—	+
+	+	+	+	—	—	+	+	+
+	+	+	+	—	—	+	+	+
+	+	+	+	—	—	+	—	+
+	+	+	+	—	—	+	—	+
+	+	+	+	—	—	+	—	+
+	+	+	+	—	—	+	—	+
+	+	+	+	—	—	+	—	+
	+					+	—	+
							—	+
							—	
							—	
							—	
							—	

Eindeutig sind die Ergebnisse bei der Stachelbeermilbe und der Obstmilbe. Die Stachelbeermilbe kann sowohl an Gras als auch an Obstblättern saugen. Die Obstmilbe dagegen erweist sich als rein monophag. Über die auf Gras lebende Form von „*Bryobia praetiosa* Koch“ ist nur auszusagen, daß sie sich auch vom Saft der Obstblätter ernähren kann. Bezüglich der Stachelbeerblätter bleibt die Frage jedoch offen. Die Versuchsergebnisse stimmten nicht alle überein.

Den Übertragungsversuchen nach hätte man also sicher die Obstmilbe von den anderen beiden Milben isoliert. Sie ist monophag und kann also nicht Stachelbeersträucher und Gras besiedeln und sich nicht mit den auf ihnen lebenden Populationen vermischen.

2. Unterschiede bezüglich der Biologie

Auch der Jahreszyklus und die Art der Überwinterung der drei Formen wurde in den letzten Jahren auf das genaueste untersucht.

F. Thomas (1896) sagte bereits, daß die Stachelbeermilbe „bestimmt nur eine Generation im Jahr hat“, deren Entwicklung im Juni beendet ist. — Roesler (1952) stellte fest, daß die Obstmilbe im Gegensatz zur Stachelbeermilbe vier Generationen im Jahr hervorbringt. H. Böhm (1954) stellte ebenfalls die vier Generationen der Obstmilbe in Gegensatz zu der einen

Generation der Stachelbeermilbe. — Mathys veröffentlicht 1954 ein vorläufiges Ergebnis seiner vierjährigen Versuche, die er in der Schweiz angestellt hat. Nach ihm unterscheidet man in der französischen Schweiz auf Grund von ökologischen Eigenschaften und verschiedenen Entwicklungszyklen vier Biotypen:

- Biotyp I: Streng angepaßt an Kernobstbäume. 6 bis 7 Generationen mit Diapause.
- Biotyp II: Auf Stachelbeeren. Nur eine Generation. Diapause.
- Biotyp III: Auf Efeu. Mehrere Generationen ohne Diapause.
- Biotyp IV: Auf krautigen Pflanzen. Überwinterung als Adulti, Vorimaginalstadien und Eier. Mehrere Generationen.

Ganz deutlich hebt sich die Stachelbeermilbe mit ihrer einzigen Generation im Jahr, die ich auch für Hamburg bestätigen kann, von den übrigen Milben ab. Ferner steht die auf Gras lebende *Bryobia* bezüglich ihrer Überwinterung klar im Gegensatz zu der ausschließlich im Eizustand überwinternden Obst- und Stachelbeermilbe.

Zu der vorher besprochenen zum Teil strengen räumlichen Isolation und den jetzt festgestellten auffallenden Unterschieden bezüglich der Jahresgenerationszahl und der Überwinterung kommt noch eine zeitliche Isolierung auf Grund der hervorragenden Anpassung an die Wirtspflanze.

Die Larven der Stachelbeermilbe schlüpfen aus den Wintereiern zu dem gleichen Zeitpunkt, auf den Tag genau, an dem sich die Blattknospen der Stachelbeersträucher zu öffnen beginnen. In Hamburg war es 1955 der 23. März. Bis zum 1. Juli war die Entwicklung beendet.

Die Larven der Obstmilbe schlüpfen aus den Wintereiern ebenfalls streng angepaßt an das Aufbrechen der Knospen der Obstbäume. Dies geschieht einen Monat später. Die ersten Larven fand ich am 25. April. Es folgen rasch mehrere Generationen. Ende August bis Mitte September, wenn die Obstbaumblätter sich zu verfärben beginnen, ist die Entwicklung beendet. An den Ästen findet man nur noch die braun-roten Wintereier.

Die Larven der auf Gras lebenden *Bryobia* schlüpfen gewiß mindestens einen Monat vor der Stachelbeermilbe aus den Wintereiern, sobald die ersten warmen Vorfrühlingstage ein Schlüpfen ermöglichen. Auf die Nährpflanze brauchen sie keine Rücksicht zu nehmen, sie ist das ganze Jahr über vorhanden. Aus diesem Grunde ist es der auf Gras vorkommenden *Bryobia* möglich, das ganze Jahr hindurch, ausgenommen während der Schnee- und Frostperiode, Nahrung aufzunehmen. Dies hat zur Folge, daß Adulti und Vorimaginalstadien das ganze Jahr über zu finden sind.

Aus Abb. 7 wird die verschiedene zeitliche Verteilung aller Postembryonalstadien für den Ablauf eines Jahres deutlich.



Abb. 7. Vorhandensein von Postembryonalstadien im Laufe eines Jahres.

3. Morphologische Unterschiede

Die biologischen Unterschiede der drei Milben sind so groß und die Anpassungen an die Wirtspflanzen derartig genau, daß es nahe liegt zu vermuten, daß auch geringe morphologische Unterschiede vorhan-

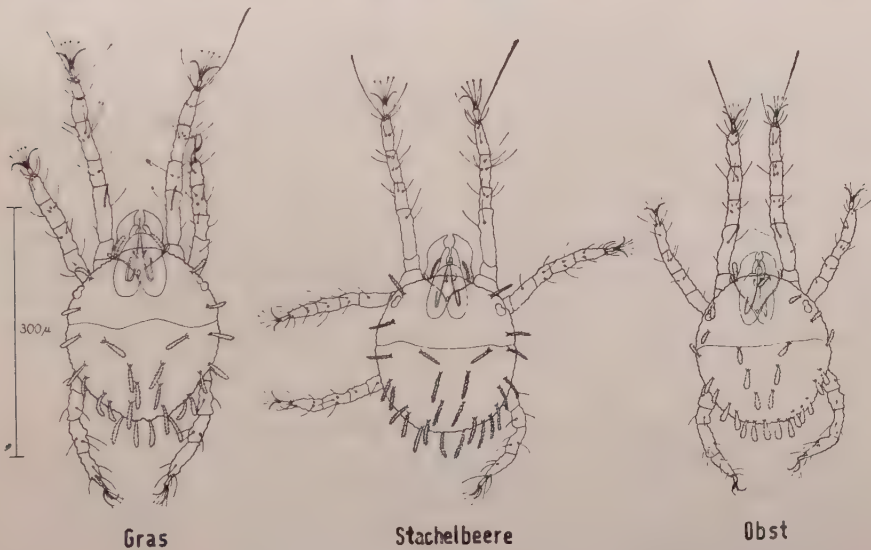


Abb. 8. Die Larven der drei Milben.

den sind. Die drei Milben wurden daraufhin untersucht. Die Efeumilbe war in Hamburg nicht zu finden.

a) L a r v e n

Zunächst fielen bei den Larven der drei Milbengruppen deutliche Unterschiede auf (siehe Abb. 8). Die Larve der Obstmilbe ist am kleinsten, ihre Körperschüppchen sind auffallend breit. Die Larve der Stachelbeermilbe ist etwas größer, sie hat sehr schmale, lange, federartige Borsten am Körper. Die Larve der auf Gras lebenden Form von „*Bryobia praetiosa* Koch“ ist am größten, sie besitzt die längsten Körperborsten, die etwas dicker als die der Stachelbeerlarve sind. Aus jeweils 35 Messungen ergab sich folgendes Verhältnis von Schüppchenlänge zur Schüppchenbreite bei den Larven:

Gras:	$33,5 \mu : 5 \mu = 6,7 : 1$
Stachelb.:	$29 \mu : 3 \mu = 9,7 : 1$
Obst:	$25 \mu : 9 \mu = 2,8 : 1$

Diese deutlichen Unterschiede sind schon mit der Lupe zu erkennen, zumal die weißen Schüppchen oder federartigen Borsten sich gut vom roten Körper der Larven abheben.

Auch bezüglich der Länge des ersten Beinpaares weisen die drei Larventypen Unterschiede auf. Die durchschnittlichen Vorderbeinlängen sind folgende:

Gras:	271 μ
Stachelb.:	238 μ
Obst:	228 μ

Diese Unterschiede wurden bei allen Stadien weiter verfolgt. Sie sind bis zum adulten Tier noch mehr oder weniger deutlich zu erkennen.

b) K ö r p e r s c h ü p p c h e n

In Tab. 3 sind die Variationsbreiten der Schüppchenlänge und in Tab. 4 die der Schüppchenbreite aller beweglichen Stadien aufgeführt. Die Zahlen geben den kleinsten und den größten gefundenen Wert von 35 Messungen an. Gemessen wurden die äußeren Clunales, und zwar so, wie es Abb. 2 zeigt.

T a b. 3: Länge der Körperschüppchen in μ

	Larve	Protonymphe	Deutonymphe	Adultus
Gras	29 — 36	24 — 31	29 — 32	26 — 31
Stachelb.	26 — 31	26 — 31	26 — 31	23,5 — 31
Obst	23,5 — 26	21 — 23,5	23,5 — 29	21 — 24

Tab. 4: Breite der Körperschüppchen in μ

	Larve	Protonymph	Deutonymph	Adultus
Gras	4,7 — 5,2	9,2 — 10,4	10,4 — 13,0	14,5 — 18,2
Stachelb.	2,6 — 3,5	7,8 — 10,4	10,4 — 14,3	15,7 — 18,3
Obst	8,0 — 10,4	11,7 — 13,0	12,0 — 15,7	16,0 — 21,0

In Tab. 5 sind die Verhältnisse der Schüppchenlänge zur Schüppchenbreite aufgeführt. Die Verhältniswerte in μ sind die Durchschnittswerte aus den jeweils 35 Messungen. In Abb. 9 wurde dieses Verhältnis

Tab. 5: Verhältnis der Schüppchen-Länge zur -Breite

	Larve	Protonymph	Deutonymph	Adultus
Gras	$33,5 \mu : 5 \mu$ $= 6,7 : 1$	$28 \mu : 10 \mu$ $= 2,8 : 1$	$30 \mu : 11,6 \mu$ $= 2,6 : 1$	$30 \mu : 16,7 \mu$ $= 1,8 : 1$
Stachelb.	$29 \mu : 3 \mu$ $= 9,7 : 1$	$30 \mu : 8 \mu$ $= 3,8 : 1$	$30 \mu : 13 \mu$ $= 2,3 : 1$	$28,8 \mu : 17,8 \mu$ $= 1,6 : 1$
Obst	$25 \mu : 9 \mu$ $= 2,8 : 1$	$22 \mu : 12,5 \mu$ $= 1,8 : 1$	$24,5 \mu : 14 \mu$ $= 1,7 : 1$	$23,5 \mu : 19,5 \mu$ $= 1,2 : 1$

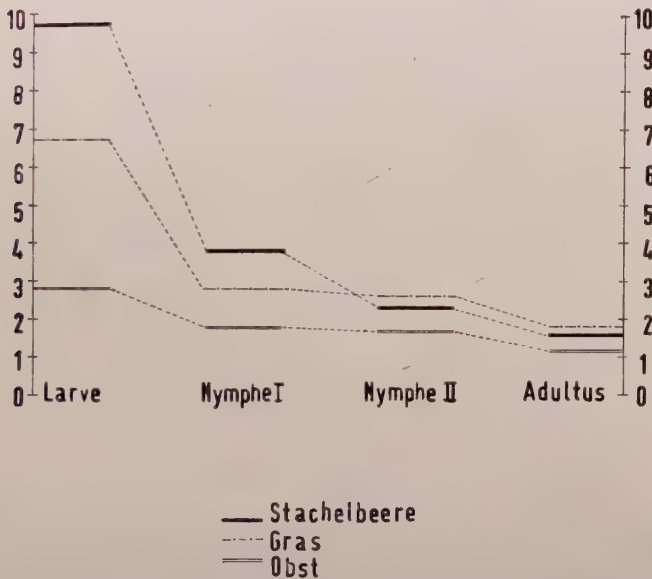


Abb. 9. Graphische Darstellung des Verhältnisses der Schüppchenlänge zur Schüppchenbreite.

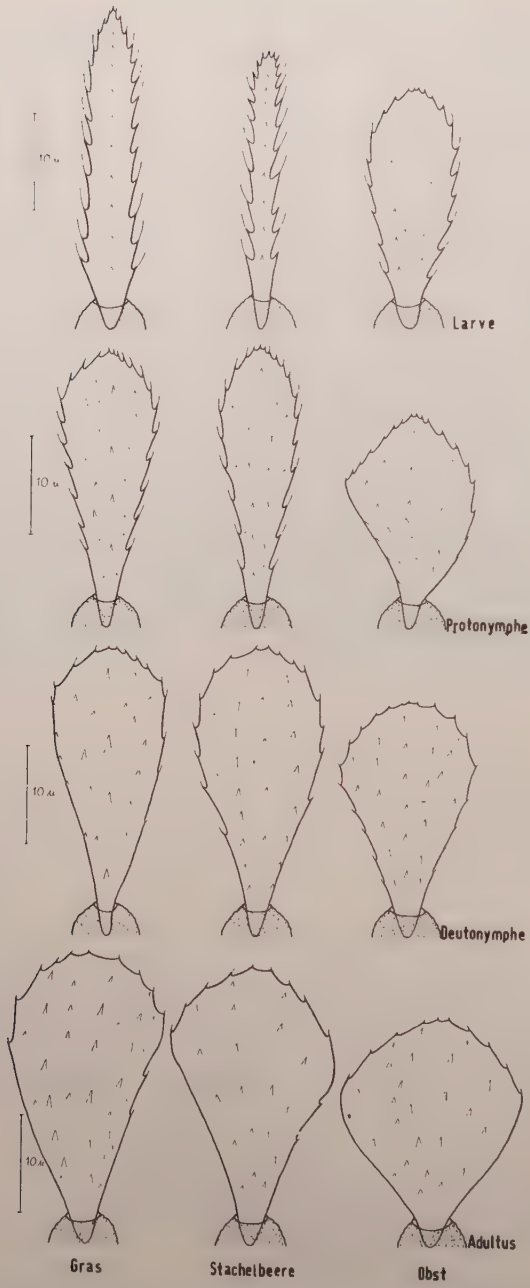


Abb. 10. Vergleich der Körperschüppchen der drei Milben.

von Länge zur Breite graphisch dargestellt. Aus der Darstellung ist der bei den Larven deutliche Unterschied klar ersichtlich. Bei der weiteren Entwicklung wird der Unterschied geringer, bei den adulten Tieren ist er kaum noch vorhanden. Das gleiche zeigt Abb. 10, in der alle Schüppchen im gleichen Maßstab aufgezeichnet sind.

T a b. 6: Länge des ersten Beinpaars in μ

	Larve	Protonymphe	Deutonymphe	Adultus
Gras	260 — 280	340 — 380	500 — 560	735 — 885
Stachelb.	235 — 250	265 — 350	390 — 455	660 — 765
Obst	210 — 250	265 — 295	380 — 410	660 — 750

T a b. 7: Durchschnittliche Länge des ersten Beinpaars in μ

	Larve	Protonymphe	Deutonymphe	Adultus
Gras	271	360	530	840
Stachelb.	238	280	400	720
Obst	228	274	395	720

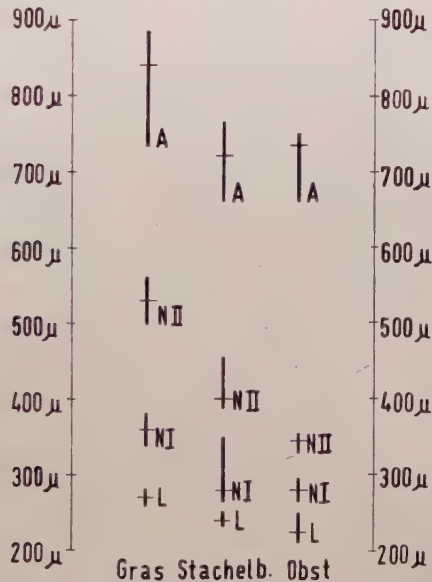


Abb. 11. Graphische Darstellung der Vorderbeinlängen der beweglichen Stadien in μ . Dargestellt ist die Variationsbreite aus jeweils 35 Messungen. Um den durch den schwarzen Querstrich bezeichneten Ordinatenwert gruppieren sich die meisten Meßergebnisse. Durch die Berücksichtigung der am häufigsten gefundenen Werte ist der Unterschied zwischen den drei Formen besonders deutlich zu erkennen.

c) Länge des ersten Beinpaares

In Tab. 6 sind wiederum der kleinste und der größte gefundene Wert aus jeweils 35 Messungen aufgeführt und in Tab. 7 die aus 35 Messungen ermittelten Durchschnittswerte. Gemessen wurde das ganze Bein einschließlich der Coxa und der Klauen. In Abb. 11 ist die Variationsbreite der jeweils 35 Messungen graphisch dargestellt.

Auch bezüglich der Vorderbeinlänge sind deutliche Unterschiede vor allem bei der auf Gras lebenden *Bryobia* gegenüber der Stachelbeer- und der Obstmilbe festzustellen.

d) Körperlänge

Die Körperlängen der Tiere, gemessen vom Hinterende bis zum vorderen Rand des Propodosomas ohne Epistom (Abb. 2), weisen ebenfalls zum Teil deutliche und zum Teil geringe Unterschiede auf. In Tab. 8 sind die niedrigsten und die höchsten gefundenen Werte der jeweils 35 Messungen angegeben. Die Spanne zwischen diesen Werten bedeutet nicht die Variationsbreite, sondern die durch die Saugtätigkeit ständig zunehmende Größe. Die kleinste aus einem Ei geschlüpfte Larve z.B. war 209μ lang, sie kann bis zu ihrer Häutung maximal 384μ lang werden. Das Eintreten in ein Ruhestadium ist immer abhängig von dem Erreichen eines bestimmten Ernährungszustandes, also einer bestimmten Körpergröße. Hungerformen gibt es nicht. Sind die Wetterbedingungen schlecht, so wird die Häutung hinausgezögert. Sind sie für eine Nahrungsaufnahme günstig, so können die Häutungen rasch aufeinander folgen. In Abb. 12 sind die in Tab. 8 aufgeführten Ergebnisse graphisch dargestellt. Daß die Werte der einzelnen Stadien nicht genau aneinander passen, hat seinen Grund darin, daß man erstens bei 35 Messungen nicht die gesamte Spanne zwischen Maximum und Minimum erfaßt; zweitens ergeben sich kleine Unstimmigkeiten dadurch, daß die Chrysaliden in lebendem Zustand, die beweglichen Stadien aber als Präparate gemessen wurden. Im großen und ganzen ist jedoch der Unterschied zwischen den drei Formen auch bezüglich der Körpergröße klar ersichtlich.

e) Epistom, Palpen, Ambulacralapparat, Beborstung von Femur I, Peritrema und Färbung der adulten Tiere.

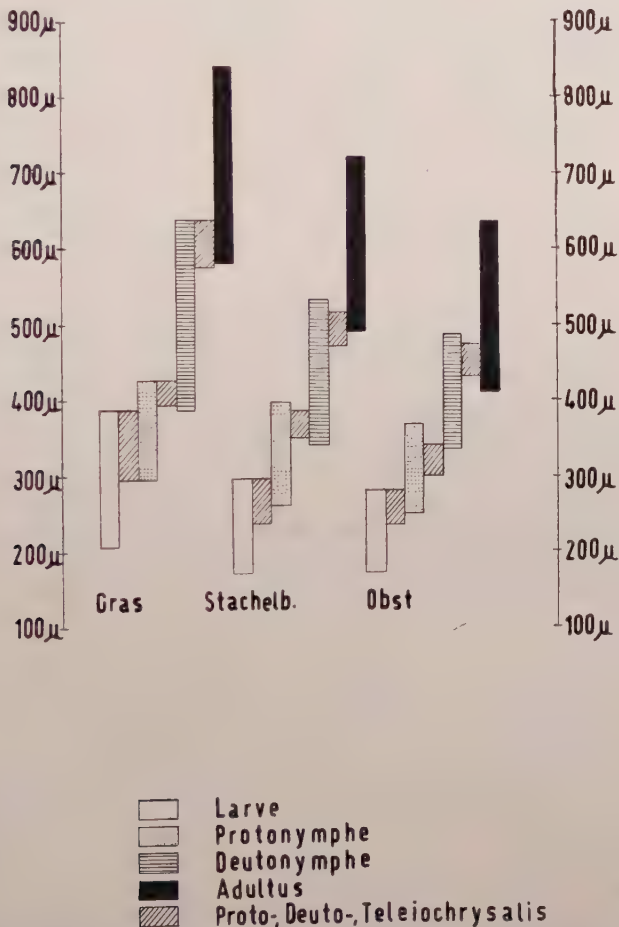
Epistom (Abb. 13)

Die adulten Tiere der drei Formen zeigen auch in der Ausbildung des Epistoms Unterschiede. Bei der Obstmilbe sind die mittleren Zipfel des Epistoms lang und schmal, bei der Stachelbeermilbe dagegen etwas gedrungener und bei der auf Gras lebenden Milbe deutlich plump. Die Gestaltung des Epistoms ist natürlich in gewissem Grade indi-

Tab. 8: Körperlängen aller Entwicklungsstadien in μ

	Larve	Proto- chrys.	Proto- nymphe	Deuto- chrys.	Deuto- nymphe	Teleio- chrys.	Adultus
Gras	209—384	295—384	294—425	396—425	382—635	575—635	588—840
Stachelb.	173—295	240—295	264—400	354—384	340—530	472—515	496—720
Obst	174—280	236—280	250—368	300—340	338—485	428—472	410—635

Die Ruhestadien (Proto-, Deuto- und Teleiochrysalis) sind hier und auch in der Abb. 12 gesondert aufgetragen. Sie sind streng genommen keine eigentlichen Entwicklungsstadien, unterscheiden sich aber von den Nymphen durch ihre völlige Unbeweglichkeit.

Abb. 12. Graphische Darstellung der Körperlängen der Entwicklungsstadien in μ .

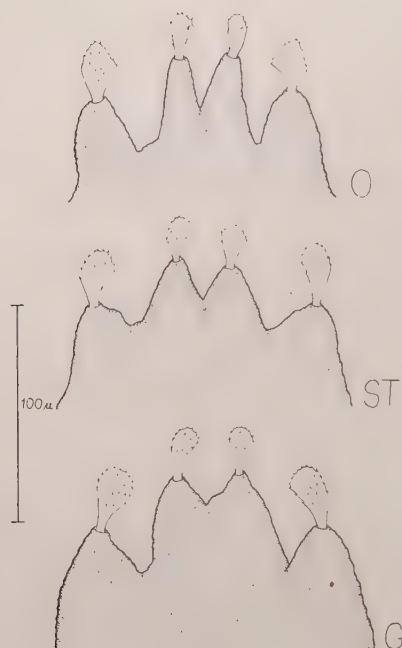


Abb. 13. Epistom.

viduell verschieden, die Unterschiede zwischen den drei Formen sind aber meist gut zu erkennen.

Palpen (Abb. 14)

Die Palpen der drei Milben sind gleich gestaltet. Bei allen trägt der Palp-Femur eine gefiederte Borste, der Palp-Genu eine glatte Borste,

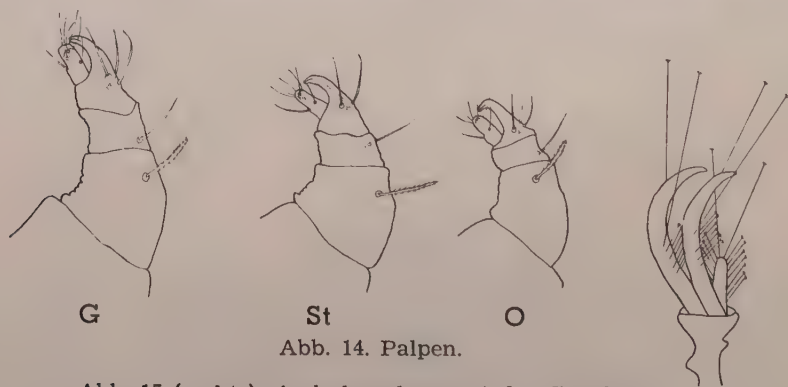


Abb. 14. Palpen.

Abb. 15 (rechts). Ambulacralapparat der Grasform.

die Palp-Tibia, die in eine Krallen ausgezogen ist, drei glatte Borsten und der Palp-Tarsus sieben feine, glatte Borsten. Es ist nur ein Unterschied in der Größe der Palpen festzustellen.

Ambulacralapparat (Abb. 15)

Der Ambulacralapparat der Vorderbeine weist keine Unterschiede auf. Er besteht bei allen drei Formen aus zwei Klauen, die beide rechts und links je ein langes Hafthaar und vier kurze Hafthaare tragen. Zwischen den Klauen befindet sich ein Empodium, das mehrere kleine (10 bis 12) und zwei längere Hafthaare besitzt.

Beborstung von Femur I

Ein gutes Hilfsmittel, die Stachelbeer- und Obstmilbe von der auf Gras lebenden Milbe zu unterscheiden, ist die Beborstung des Femur der Vorderbeine. Bei der Stachelbeer- und Obstmilbe besitzt der Femur dorsal und ventral insgesamt sechzehn bis neunzehn Borsten, bei der auf Gras lebenden Milbe neunzehn bis dreiundzwanzig Borsten, wobei neunzehn selten vorkommen.

Peritrema

Im Bau des Peritremas konnte ich keine Unterschiede feststellen.

Färbung

Im allgemeinen sind abweichende Farbzeichnungen kein gutes Unterscheidungsmerkmal. Koch (1836/38) gibt in der Originalbeschreibung seiner vier Arten hauptsächlich feine Farb- und Zeichnungsunterschiede an. Heute ist niemand fähig, nach diesen Farbangaben sein Tier mit einer der Kochschen Arten zu identifizieren. Bei einer Durchsicht großen Materials fiel mir jedoch auf, daß die Obstmilbe häufig dunkelgrün ist, die auf Gras lebende Form von „*Bryobia praetiosa* Koch“ meist dunkelrot-braun, aber mitunter auch dunkelgrün sein kann (vor allem dann, wenn Klee auf der Grasfläche wächst), die Stachelbeermilbe dagegen immer dunkelrot-braun und nie grün ist.

Die gesamten gefundenen Unterschiede wurden in einer Bestimmungstabelle zusammengefaßt.

4. BESTIMMUNGS-TABELLE

- | | |
|---|-----------|
| 1 Tier mit 6 Beinen. Körper zinnoberrot, erst nach reichlicher Nahrungsaufnahme braun-rot werdend. Propodosoma nicht in vier Zipfel ausgezogen. Endglied der Vorderbeine mit einer langen Borste. | (Larve) 4 |
| — Tier mit 8 Beinen. Körper nie zinnoberrot, sondern hellbraun bis schmutzig-braunrot oder schmutzig-grün. Propodosoma in 4 Zipfel ausgezogen. Endglied der Vorderbeine mit zwei langen Borsten. | 2 |

- 2 Femur mit 3 Borsten. Trochanter ohne Borste. (Protonymphe) 5
 — Femur mit 9 bis 23 Borsten. Trochanter mit einer Borste 3
- 3 Genu der Vorderbeine mit 4 Borsten. Femur mit 9 bis 11 Borsten.
 (Deutonymphe) 6
 — Genu der Vorderbeine mit 8 Borsten. Femur mit 16 bis 23 Borsten.
 (Adultus) 8
- 4 Körperschüppchen lang und schmal, $L : B = 9,7 : 1$; Körperlänge
 170 μ bis 295 μ . Vorderbeinlänge 235 μ bis 250 μ .
 Larve Stachelbeere
 — Körperschüppchen lang und etwas breiter, $L : B = 6,7 : 1$; Kör-
 perlänge 210 μ bis 385 μ . Vorderbeinlänge 260 μ bis 280 μ .
 Larve Gras
 — Körperschüppchen kurz und breit, $L : B = 2,8 : 1$; Körperlänge
 170 μ bis 280 μ . Vorderbeinlänge 210 μ bis 250 μ . Larve Obst
- 5 Körperschüppchen $L : B = 3,8 : 1$; Körperlänge 265 μ bis 400 μ .
 Vorderbeinlänge 265 μ bis 350 μ .
 Protonymphe Stachelbeere
 — Körperschüppchen $L : B = 2,8 : 1$; Körperlänge 295 μ bis 425 μ .
 Vorderbeinlänge 340 μ bis 380 μ . Protonymphe Gras
 — Körperschüppchen $L : B = 1,8 : 1$; Körperlänge 250 μ bis 370 μ .
 Vorderbeinlänge 265 μ bis 295 μ . Protonymphe Obst
- 6 Femur der Vorderbeine mit 11 Borsten. Körperschüppchen
 $L : B = 2,6 : 1$; Körperlänge 380 μ bis 635 μ . Vorderbeinlänge
 515 μ bis 560 μ . Deutonymphe Gras
 — Femur der Vorderbeine mit 9 Borsten 7
- 7 Körperschüppchen $L : B = 1,75 : 1$; Körperlänge 340 μ bis 485 μ .
 Vorderbeinlänge 380 μ bis 410 μ . Deutonymphe Obst
 — Körperschüppchen $L : B = 2,3 : 1$; Körperlänge 340 μ bis 530 μ .
 Vorderbeinlänge 390 μ bis 455 μ . Deutonymphe Stachelb.
- 8 Femur der Vorderbeine mit 19 bis 23 Borsten. Tiere laufen sehr
 schnell. Körper hellbraun bis schmutzig braunrot, selten grün
 (dann meist an Klee und nicht an Gras gesogen). Proterosoma
 und Vorderbeine im ganzen rot, alle übrigen Beine auch rot.
 Körperlänge 590 μ bis 840 μ . Vorderbeinlänge 735 μ bis 885 μ .
 Adultus Gras
 — Femur der Vorderbeine mit 16 bis 19 Borsten. Tiere laufen ver-
 hältnismäßig langsam. 9
- 9 Vorderbeine hellbraun, nach vorn hin rot werdend. Körper hell-
 braun bis schmutzig braun-rot, niemals grün. Proterosoma sehr
 rot, in der Mitte des Hysterosomas ein breiter roter Längs-
 streifen, der am Hinterende besonders auffällig ist. Körperlänge
 495 μ bis 720 μ . Vorderbeinlänge 660 μ bis 765 μ .
 Adultus Stachelbeere

— Vorderbeine einheitlich blaß-braun. Körper hellbraun bis schmutzig braun-rot, oft dunkelgrün. Proterosoma mehr hellbraun bis rot. Durch das Hysterosoma selten ein roter Längsstreifen. Körperlänge 410 μ bis 635 μ . Vorderbeinlänge 660 μ bis 750 μ .

Adultus Obst

Auf Grund der gefundenen morphologischen Unterschiede scheint eine Trennung in Arten notwendig zu sein. Sie erwies sich eigentlich schon als unerlässlich, als man feststellte, daß die Lebensweisen der drei Formen so deutlich voneinander abweichen.

Es gilt noch zu prüfen, ob die eine oder andere Form nicht schon von einem Autor beschrieben und mit *Bryobia praetiosa*, *speciosa*, *nobilis*, *graminum*, *ribis* usw. benannt wurde. Es ist schwer, die auf Gras, Stachelbeeren und Obstbäumen lebende „*Bryobia praetiosa* Koch“ mit einer dieser Beschreibungen zu identifizieren. Typen gibt es leider nicht. Der einzige Hinweis ist vielleicht die Wirtspflanze, sofern sie vom Autor angegeben worden ist. In der folgenden Tab. 9 sind die bisher geprägten Artnamen des Genus *Bryobia* aufgeführt, einschließlich der jeweiligen Fundorte.

Tab. 9. Bisher geprägte Artnamen des Genus *Bryobia*.

Jahr	Name	Autor	Fundort etc.
1763	<i>Acarus telarius</i>	Scopoli	Linden
1781	<i>Acarus graminum</i>	Schrank	Gras, Augen schwarz, Tiere langsam
1834	<i>Tetranychus cristatus</i>	Dugés	<i>Prunus domestica</i> , Augen rot
1836	<i>Bryobia praetiosa</i>	Koch	In Gärten, zuweilen auf Gebüsch
1836	<i>Bryobia gloriosa</i>	Koch	In Feldern, sehr selten. Klein
1838	<i>Bryobia speciosa</i>	Koch	Im Wald, nicht selten. Augen schwarz
1838	<i>Bryobia nobilis</i>	Koch	Bei Zweibrücken, wahrscheinlich selten
1844	<i>Trombidium cristatum</i>	Gervais	
1850	<i>Bryobia haustor</i>	Hardy	Auf Gräsern u. <i>Ranunculus</i> . Tiere sehr schnell
1885	<i>Bryobia pratensis</i>	Garman	
1894	<i>Bryobia ribis</i>	Thomas	<i>Ribes grossularia</i>
1901	<i>Bryobia speciosa</i> Koch	Berlese	Häufig in Hecken. 550 μ
1901	<i>Bryobia praetiosa</i> Koch	Berlese	Überall gemein, schädlich. 800 μ
1923	<i>Bryobia humeralis</i>	Halbert	zw. feuchtem Moos
1930	<i>Bryobia borealis</i>	Oudemans	Auf Gras u. anderen Pflanzen, unter Steinen, Brettern etc.
1939	<i>Bryobia sarothamni</i>	Geijskes	Auf <i>Sarothamnus vulg.</i>

Die Stachelbeermilbe ist eindeutig identisch mit Thomas' *Bryobia ribis*.

Schwer ist es aber, die in Hamburg gefundenen beiden anderen *Bryobia*-formen mit den bisher beschriebenen Arten zu identifizieren.

Acarus telarius Scopoli 1763

kommt nicht in Frage. Erstens lag bei der Beschreibung dieses Tieres nur eine Larve vor; zweitens wurde *Bryobia* bisher auf Linden noch nicht beobachtet.

Acarus graminum Schrank 1781

kommt ebenfalls nicht in Frage, da das Tier schwarze Augen haben soll. Die auf Gras lebende *Bryobia* und auch die beiden anderen Formen besitzen eindeutig weinrote Augen.

Tetranychus cristatus Dugés 1834

Auch dieser Artname muß verworfen werden. Die morphologischen und Farbmerkmale der auf Obstbäumen lebenden *Bryobia* stimmen mit der von Dugés gegebenen Beschreibung zwar gut überein, doch bezüglich der Biologie sind große Unterschiede vorhanden. Dugés beobachtete z. B. Männchen, die nach ihm nie wieder jemand bei der auf Obstbäumen, Stachelbeersträuchern oder Gras lebenden *Bryobia* gesehen hat. Auch andere Angaben, z. B. über die Farbe der Eier, lassen vermuten, daß Dugés wahrscheinlich zusammen mit *Bryobia* eine andere Tetranychidae, ich nehme an *Paratetranychus pilosus* C. et F., beobachtet hat.

Pritchard und Baker (1955) stellen *Bryobia cristata* Dugés in ihrer „Revision of the Spider Mite Family Tetranychidae“ als gute Art der *Bryobia praetiosa* Koch gegenüber, und zwar hauptsächlich auf Grund der Tatsache, daß bei ersterer Männchen bekannt sind und bei letzterer nicht. Die Weibchen der beiden Arten ließen sich kaum voneinander unterscheiden bis auf die verschiedene Anzahl von Hafthaaren am Empodium I. Daß Empodium von *cristata* Dugés soll zwei Reihen von ventral gerichteten Hafthaaren besitzen, das von *praetiosa* Koch nur ein einziges Paar. Eine exakte Aussage über die Beschaffenheit des Empodiums ist bei der Kleinheit des Objektes schwierig. Meine Untersuchungen an den sich rein parthenogenetisch fortpflanzenden Weibchen der auf Obstbäumen, Stachelbeersträuchern und Gras lebenden Bryobien ergaben, daß das Empodium neben dem einzigen Paar längerer Hafthaare noch weitere kleine Hafthaare besitzt.

Bryobia praetiosa Koch 1836

würde ich für die auf Obstbäumen lebende *Bryobia* vorschlagen, obgleich Koch seine Originalbeschreibung im wesentlichen nur auf Farbmerkmale stützt. Die Fundortangabe „In Gärten, zuweilen auf Gebüsch“ ist ebenfalls sehr ungenau. Van Eynhoven (1956) ist

der Meinung, daß Koch mit *Bryobia praetiosa* nicht die in Westeuropa auf Obstbäumen allgemein häufigen Bryobien gemeint haben kann. Er nennt darum seine auf Apfel- und Birnbäumen gefundenen Milben *Bryobia rubriculus* Scheuten.

Bryobia gloriosa, *speciosa* und *nobilis* Koch 1836/38

Von diesen drei weiteren Kochschen Arten scheiden sofort *gloriosa* und *speciosa* aus. *Gloriosa* ist viel zu klein, und *speciosa* hat schwarze Augen. *Nobilis* ist nach Farb- und Fundortangaben nicht genau zu identifizieren.

Bryobia haustor Hardy 1850

Diesen Namen würde ich für die auf Gras lebende Form von *Bryobia*, also der Form, die auch in Wohnungen lästig sein kann, vorschlagen. Die von Hardy gegebene Beschreibung paßt auf diese Milbe, bis auf die Größenangabe. Hardy gibt für die Körperlänge $\frac{1}{4}$ line an, das wären etwa 530 μ . Es kann ein Versehen sein, oder es lag ein frisch geschlüpfes Tier vor.

Bryobia ribis Thomas 1894

Ohne Bedenken ist dieser Name für die Stachelbeermilbe vorzuschlagen. Die sehr gute und ausführliche, erstmalige Beschreibung der auf Stachelbeersträuchern vorkommenden *Bryobia* läßt keinen Zweifel aufkommen.

Zusammenfassend wäre also vorzuschlagen, die *Bryobia* auf

Stachelbeersträuchern als *Bryobia ribis* Thomas

Obstbäumen als *Bryobia praetiosa* Koch

Gräsern u. kraut. Pfl. als *Bryobia haustor* Hardy

zu bezeichnen.

Die endgültige Klärung des nomenklatorischen Problems sei jedoch den Acarinen-Systematikern überlassen.

V. Anhang

Einige Beobachtungen über *Petrobia latens* Müller

Petrobia latens Müller ist wie alle Tetranychiden ein Pflanzenparasit und bildet also nicht, wie Graf Vitzthum in Bronn V meint, in dieser Beziehung unter den pflanzenschädlichen Tetranychiden eine Ausnahme. Diese, der *Bryobia* sehr ähnliche Spinnmilbe ist bisher aus Amerika als Schädling in Kornfeldern und als gelegentlicher Wohnungseindringling bekannt geworden (Pritchard & Baker). Auch aus den Niederlanden wurde von ihrem gelegentlichen Eindringen in Häuser berichtet (Geijskes und van Eyndhoven). Nach Geijskes (1939) ist *Petrobia latens* Müller eine in Nordeuropa nicht

einheimische Art. Aus Deutschland ist sie meines Wissens als Wohnungseindringling noch nicht beobachtet worden. In Hamburg konnten bei den Untersuchungen über die auf Gras lebende *Bryobia* an fünf Massenpopulationsstellen viele Exemplare von *Petrobia latens* Müller gefunden werden. Selbst an den kleinen, natürlichen Standorten war häufig *Petrobia* neben *Bryobia* vorhanden.

Adultus (Abb. 16)

Auch *Petrobia latens* Müller besitzt kein Spinnvermögen. Die Entwicklung ist ebenfalls eine nur Weibchen hervorbringende Parthenogenese. Die Tiere sind etwas kleiner als die auf Gras lebende *Bryobia*. Ihre Länge beträgt 530 μ , die Breite 384 μ . Sie laufen sehr schnell und unterscheiden sich von *Bryobia* durch ihren schwarz-grünen, glänzen-

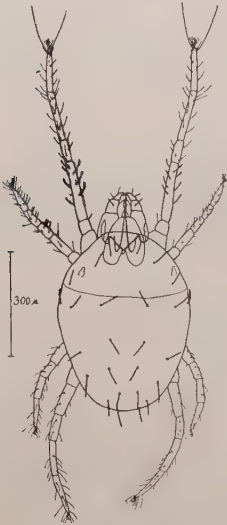


Abb. 16. *Petrobia latens* Müller, Adultus.

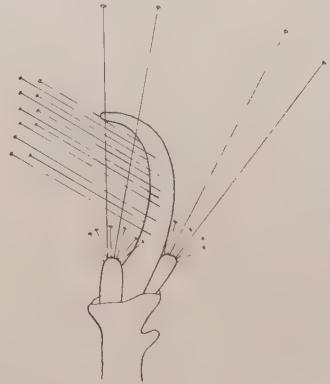


Abb. 17. Ambulacralapparat I, Adultus.

den Körper. Die Vorderbeine sind ebenfalls wie bei *Bryobia* rot und länger als der Körper. Deren Länge beträgt 635 μ . Das Propodosoma ist nicht in vier Zipfel ausgezogen. Die Körperborsten sind sehr lang und schmal. Ihre Länge beträgt 47 μ , ihre Breite 2,7 μ . Der Körper besitzt nicht wie bei *Bryobia* eine starke, sondern nur eine sehr feine Riefung. Der Ambulacralapparat ist ganz anders als der von *Bryobia*. *Petrobia* besitzt nur eine Krallen und zwei keulenartige Gebilde. Die Keulen tragen außer kleinen je zwei lange Hafthaare. Nach Trägårdh würde dieses Ambulacrum dem *Neotetranychus*-Typ entsprechen (Abb. 17).

Ei

Die Eier werden hauptsächlich an und unter auf dem Boden liegenden Steinen abgelegt. Sie sind weiß und entweder einfach oder radial gerieft. Unter der weißen, ziemlich dicken Eischale befindet sich ein für alle Tetranychiden charakteristisches rotes Ei, das wie bei *Bryobia* mehr dunkelrot gefärbt ist.

Larve (Abb. 18)

Die frisch geschlüpften Larven gleichen durch ihre zinnoberrote Farbe sehr denen von *Bryobia*. Sie sind jedoch etwas kleiner (Länge: 220 μ , Breite: 175 μ) und besitzen sehr lange, fast glatte Borsten. Die Länge der Borsten beträgt 36,5 μ , deren Breite 2,6 μ . Die Vorderbeine sind 200 μ lang.

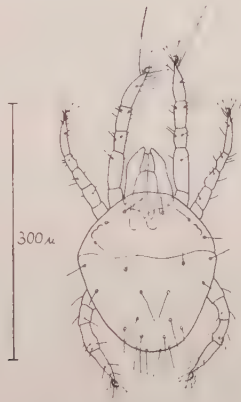


Abb. 18. *Petrobia latens* Müller, Larve.

Die Biologie von *Petrobia latens* Müller wird in vielem der der auf Gras lebenden *Bryobia* ähnlich sein. Doch darüber müßten noch genaue Beobachtungen angestellt werden.

Zusammenfassung

In Hamburg wurde 1955 eine auf Gras lebende Spinnmilbe des Genus *Bryobia* Koch, die im Frühjahr in Wohnungen sehr lästig werden kann, untersucht. Nach den biologischen, ökologischen und morphologischen Ergebnissen gehört diese Milbe nicht, wie bisher angenommen, zum *praetiosa*-Komplex. Sie wurde als *Bryobia haustor* Hardy identifiziert. Außerdem konnte festgestellt werden, daß die auf Stachelbeersträuchern lebende Milbe sich eindeutig von der auf Obst-

bäumen vorkommenden *Bryobia praetiosa* Koch unterscheidet. Für sie ist der Name *Bryobia ribis* Thomas durchaus gerechtfertigt.

Ferner wurde das Auftreten von *Petrobia latens* Müller im Freien und in Wohnungen beobachtet.

VI. Literaturverzeichnis

- Baker, E. W., & Pritchard, Earl A., A Guide to the Spider Mites of Cotton. Hilgardia, Bd. 22 (7), 1953, S. 206—208.
- , & Wharton, G. W., An Introduction to Acarology, 1952.
- Berlese, A., Rivista di Patologia Vegetale, Bd. 8, 1901, S. 285.
- Böhm, H., Untersuchungen über die Biologie und Bekämpfung der Roten Stachelbeermilbe (*Bryobia praetiosa* Koch). Pflanzenschutzber. Bundesanst. Pflanzensch. Wien, Bd. 8, 1954, S. 161—176.
- Börner, C., Europae centralis Aphides. Die Blattläuse Mitteleuropas. Mitt. Thür. Bot. Ges., Beiheft 3, 1952, S. 13.
- Döhring, E., Die rote Stachelbeermilbe *Bryobia praetiosa* Koch als lästiger Wohnungseindringling. Schädlingsbekämpfung, Bd. 44, 1952, S. 171—175.
- Dugès, Recherches, in: Ann. Sci. nat., (2) Bd. 1, Zool., 1934, S. 15. In: Oudemans Deel III, Bd. C, 1937, S. 1065.
- Ext, W., Stachelbeermilbe als Hauslästling. Zeitschr. Pflanzenkrankh., Bd. 60, 1953, S. 407—408.
- Eyndhoven, G. L. van, Invasie van Spintmijten (Acar. Tetr.). Ent. Ber., Deel 15, 1954, S. 221—222.
- , Onderzoek van Spintmijten (Acar. Tetr.). Tijdschr. Plantenziekten, Bd. 60, 1954, S. 239—240.
- , *Bryobia* from *Hedera*, apple and pear (Acar., Tetr.). Entomol. Berichten, Deel 15 (16), 1955, S. 340—347.
- , Moderne inzichten in de systematiek van het genus *Bryobia* (Acar.). ibid. Deel 16 (2), 1956, S. 20—21.
- , *Bryobia cristata* (Dugès 1834) and *Bryobia rubrioculus* (Scheuten 1857), (Acar.). ibid. Deel 16 (3), 1956, S. 45.
- Garman, 1885, citiert nach: Thomas, Fr., Gartenflora, Bd. 43, 1894.
- Geijskes, D. C., Beiträge zur Kenntnis der Europäischen Spinnmilben (*Acari, Tetranychidae*), mit besonderer Berücksichtigung der Niederländischen Arten. Mededeelingen Landbouwhoogeschool Wageningen, Deel 42, 1939, Verh. 4.
- Gervais, F. L. P., 1844, Histoire Naturelle des Insectes Aptères. In: Oudemans Deel III, Bd. C, 1937, S. 1066.
- Hahmann, K., & Piltz, H., Beobachtungen an der Roten Stachelbeermilbe (*Bryobia praetiosa* Koch). Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. Braunschweig, Bd. 4, 1952, S. 182.
- Halbert, J. N., Notes on Acari, with descriptions of new species. Journ. Linn. Soc. (Zool.), Bd. 35, 1923, S. 385. Citiert nach: Geijskes, D. C., 1939, S. 18.
- Hanstein, R. v., Über *Bryobia ribis* Thomas. Sitzungsber. Gesellsch. Naturforsch. Freunde Berlin, Jahrg. 1902, S. 285 (1901).
- Hardy, J., On the effects produced by some Insects etc. upon Plants. Ann. Mag. Nat. Hist., (2), Bd. 6, 1850, S. 182—188.

- Koch, C. L., Deutschlands Crustaceen, Myriapoden und Archniden. Ein Beitrag zur deutschen Fauna. Heft 1, Nr. 8 u. Nr. 9; Heft 17, Nr. 10 u. Nr. 11. Regensburg.
- Mathys, G., Contribution ethologique a la resolution du complexe *Bryobia praetiosa* Koch. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges., Bd. 27, 1954, S. 137—146.
- Ormerod, E. A., Report of Observations of Injurious Insects and Common Farm Pests, during the year 1893, 17. Report, 1894, S. 32—38.
- , Report of Observations of Injurious Insects and Common Farm Pests, during the year 1894, 18. Report, 1895, S. 62—70.
- , Handbook of Insects Injurious to Orchard and Bush Fruits. London 1898, S. 94—101.
- Oudemans, A. C., Kritisch Historisch Overzicht der Acarologie, Deel II (1759—1804), Leiden, 1929, S. 285—290.
- , Skifter om Svalbard og Ishavet, No. 27, 1930, S. 102—103. Citiert nach: Geijskes, D. C., 1939, S. 18.
- , Kritisch Historisch Overzicht der Acarologie, Deel III (1805—1850), Leiden 1937, Bd. C, S. 1063—1077.
- Pritchard, Earl A., & Baker, E. W., A Guide to the Spider Mites of Deciduous Fruit Trees. Hilgardia, Bd. 21, 1952, S. 259.
- , A Revision of the Spider Mite Family Tetranychidae. Bd. 2. San Francisco 1955, S. 17.
- Reh, L., Phytopathologische Beobachtungen, mit besonderer Berücksichtigung der Vierlanden. Mitt. Bot. Inst. Hamburg, 3. Beiheft zum Jahrb. d. Hamb. Wiss. Anst. Bd. 19, 1901, S. 206.
- , Die tierischen Feinde. In Soraue: Handbuch Pflanzenkrankh., Bd. 3, 1913, S. 87—92.
- Roesler, R., Schädliches Auftreten von Spinnmilben in der Pfalz (Tetranychidae, Acari). Anz. Schädlingk., Bd. 24, 1951, S. 68.
- , Die Stachelbeermilbe (*Bryobia praetiosa* Koch) in der Pfalz. Höfchenbriefe, Bd. 5, Heft 1, 1952, S. 15—18.
- , Über schädliche Spinnmilben an Obstbäumen in der Pfalz. Mitt. Biol. Zentralanst. Land- u. Forstw., Heft 74, 1952, S. 75—77.
- Raasje, G. S., & Dinther, J. B. M. van, The Genus *Bryobia* and the species *Bryobia praetiosa* Koch. Entom. Berichten, Deel 14, No. 338, 1953, S. 327—336.
- Schrank, Franz von Paula, Enumeratio Insectorum Austriae indigenorum, 1781, S. 515. In: Oudemans Deel II, 1929, S. 290.
- Scopoli, J. A., Entomologia carniolica, 1763, S. 391, In: Oudemans Deel II, 1929, S. 285.
- Thomas, Fr., Die rote Stachelbeermilbe, *Bryobia nobilis* C. L. Koch (?), ein in Deutschland bisher nicht beachteter Schädiger des Stachelbeerstrauches. Gartenflora, Bd. 43, 1894, S. 488—496.
- , Über die Lebensweise der Stachelbeermilbe *Bryobia ribis*, und deren Verbreitung in Deutschland. Zeitschr. Pflanzenkrankh., Bd. 6, 1896, S. 80—84.
- Trägårdh, I., Morphologische und systematische Untersuchungen über die Spinnmilben, *Tetranychus* Dufour. Zeitschr. angew. Entomol., Bd. 2, 1915, S. 158.
- Vestergaard, K., Årsberetning, Annual Report, 1953—1954, Springforbidsdanmark 1956, S. 14.
- Vitzthum, Graf H., Acarina, in: Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Bd. 5, IV. Abt., 5. Buch (1943).

- Wagner, W., Die Bewertung morphologischer Merkmale in den unteren taxonomischen Kategorien, aufgezeigt an Beispielen aus der Taxonomie der Zikaden. Mitt. Hamburg. Zool. Mus. Inst., Band 53 (1955).
- Weidner, H., Über seltenes und bemerkenswertes Auftreten von Hausungeziefer und Vorratsschädlingen in Hamburg. Zeitschr. angew. Zool., Bd. 41, 1954, S. 118—120.
- , Die Pseudoskorpione, Weberknechte und Milben der Umgebung von Hamburg mit Berücksichtigung der für den Menschen wichtigen Arten. Entnom. Mitt. Zool. Staatsinst. Zool. Museum Hamburg, Nr. 4, 1954, S. 39—40.
- Webster, F. M., Note on a Species of *Bryobia* Infesting Dwellings. Insect Life, Bd. 1 (9), 1889, S. 277—279. Citiert nach: Eynhoven, G. L. van, 1954, S. 221—222.
- Zacher, F., Zur Kenntnis der Spinnmilben. Mitt. Kaiserl. Biol. Anst. Land- u. Forstw., Heft 16, 1914, S. 19—25.
- , Untersuchungen über Spinnmilben. *ibid.* Heft 18, 1919, S. 121—130.
- , *ibid.* Heft 21, 1920, S. 91—100.
- , Tetranychidae, Spinnmilben. In Sorauer: Handb. Pflanzenkrankh., Bd. 4, 1. Teil, 5. Aufl., 1. Lieferung, S. 143—195 (1949).
- Anschrift der Verfasserin: Dipl.-Biol. Gisela Rack, Hamburg-Altona, Eulenstr. 72, I.

Die Bedeutung der medizinischen Entomologie für den Gesundheitsdienst Südafrikas

Von F. Z u m p t

Die medizinische Entomologie hat während der letzten Jahrzehnte besonders in der gemäßigten Zone große Erfolge erzielt. Diesen ist es zu verdanken, daß heute in Deutschland die Gliedertiere, die Infektionskrankheiten übertragen, nur noch eine untergeordnete Rolle spielen. Eine der wichtigsten Aufgaben in dieser Beziehung für den öffentlichen Gesundheitsdienst in Deutschland dürfte wohl der Pestdienst in den Seehäfen sein. Allgemein bekannt sind die internationalen Bestimmungen und Vorschriften, die zur Aufgabe haben, die Einschleppung von pestinfizierten Ratten bzw. ihrer Flöhe zu verhindern. Dank dieses Hafendienstes sind Pestepidemien in Deutschland, auch kleineren Umfanges, seit vielen Jahrzehnten nicht mehr aufgetreten.

In Kriego- und Notzeiten vergangener Jahre war die Verlausung ein medizinisch-entomologisches Problem größter Bedeutung, da sie früher oder später unweigerlich Fleckfieber-Epidemien im Gefolge hatte. Umfangreiche und kostspielige Läusebekämpfungsmaßnahmen waren notwendig, der einzige Weg, um diese Seuche niederzuhalten. Seit der Entdeckung der insektiziden Eigenschaften des DDT und der Produktion weiterer moderner Kontaktinsektizide hat das Fleckfieber seinen Schrecken verloren und ist zu einem Problem zweiter Klasse geworden, wie die Erfahrungen auf alliierter Seite während des letzten Weltkrieges gezeigt haben.

Autochthone Malaria in Deutschland hat nur noch Seltenheitswert und ist zusammen mit eingeschleppten Fällen eine Angelegenheit des behandelnden Arztes geworden. Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Anophelen und ihre Brut werden nicht mehr oder nur noch in ganz geringem Umfange durchgeführt. Auch die Gefahr der Verbreitung von Darmkrankheiten durch Fliegen ist infolge des hohen Standes der Hygiene stark vermindert.

Die beim Menschen parasitierenden Arthropoden sind gleichermaßen keine großen Sorgenkinder des öffentlichen Gesundheitsdienstes. Die Krätze ist in normalen Zeiten eine Sache des praktischen Arztes und erfordert keine besonderen Maßnahmen seitens der medizinischen

Entomologie. Fälle vom Myiasis sind selten, und die Wanzenplage, die noch vor zwei Jahrzehnten in manchen deutschen Großstädten der Hälfte oder mehr der Einwohner Nacht für Nacht den Schlaf störten, ist stark zurückgegangen.

Hauptaufgabe der hygienischen Entomologie in Deutschland ist daher heute der Kampf gegen solche Gliedertiere, die nicht als Krankheitsüberträger in Betracht kommen, die aber durch Stichbelästigung oder Ekelerregung doch das Wohlbefinden und damit die Gesundheit der Menschen stark beeinträchtigen können. Das trifft beispielsweise zu für die vielerorts immer noch massenhaft auftretenden Aedes-Mücken, Gnitzen und Bremsen sowie für die verschiedenen Arten von Wohnungs- und Lebensmittelschädlingen. Wichtige Mittel gegen diese Plageerreger sind die weitere Verbesserung der Wohnungs- und Siedlungshygiene und eine immer erneute intensive Aufklärung der Bevölkerung.

Wesentlich ernster liegen die Verhältnisse in den subtropischen und tropischen Gebieten. Die Zahl der Spinnentiere und Insekten beträgt ein Vielfaches derer der gemäßigten Breiten und damit ist auch die Anzahl der in medizinischer Hinsicht wichtigen Arten wesentlich vermehrt. Der Stand der Hygiene ist in der Regel infolge der noch unvollkommenen Erschließung seitens der Europäer, wegen des meist niedrigen Lebens- und Bildungsstandards der Eingeborenen und aus verschiedenen anderen Gründen viel geringer als in Europa oder in den Staaten. Medizinisch-entomologische Probleme nehmen daher im öffentlichen Gesundheitsdienst einen weiten Raum ein.

Die Südafrikanische Union erstreckt sich nur in wenigen Gebieten bis in die tropische Zone, zum größten Teil gehört sie der subtropischen Region an. So erklärt es sich, daß einige tropische, durch Arthropoden verbreitete Seuchen, wie z. B. Schlafkrankheit und Onchocerciasis, in Südafrika keine Rolle spielen und andere nur in bestimmten Gebieten von größerer Bedeutung sind.

Ein medizinisch-entomologisches Problem größter Bedeutung ist die Pest. Sie war ursprünglich keine autochthone Seuche Südafrikas, sondern wurde erst um die Jahrhundertwende von Asien und Südamerika her eingeschleppt. Es entstanden damals in einigen Hafenstädten der Ost- und Südküste relativ umfangreiche Epidemien, die jedoch sofort mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln bekämpft wurden. Schon glaubte man, der Seuche völlig Herr zu sein. Da trat 1914 erstmalig eine kleine Epidemie im Hinterland auf, der bald weitere folgten, und man mußte schließlich feststellen, daß die Pest auf einheimische Feldratten (*Tatera*, *Desmodillus* u. a.) übergegangen und somit zu einer für Südafrika endemischen Seuche geworden war.

Sie konnte bis heute nicht mehr ausgerottet werden und wird wohl auch für immer endemisch bleiben. Ein vom Gesundheitsministerium

wohlorganisierter Pestdienst im gesamten Bereich der Union einschließlich Südwest sorgt jedoch dafür, daß keine größeren Epidemien entstehen, sondern auf vereinzelte Fälle beschränkt bleiben. Man kennt heute sehr genau das Verbreitungsgebiet der Pest innerhalb der Feldratten, man beobachtet ständig deren Populationsschwankungen und läßt ohne Verzug Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Pestträger und ihre Flöhe anlaufen, sobald sich die Entstehung einer Epidemie unter den Ratten ankündigt. Der Pestdienst des Gesundheitsdienstes der Union setzt sich zur Zeit zusammen aus einem Zoologen als Leiter, zwei weiteren akademischen Mitarbeitern, zwanzig weißen und fünf- undvierzig eingeborenen Hilfskräften.

Als wichtigste Seuche warmer Länder wird seit altersher die Malaria bezeichnet. Diese Geißel der Tropen hat heute dank der Entdeckung hochwirksamer Therapeutika auf der einen Seite, der Herstellung der modernen Kontaktinsektizide auf der anderen Seite sehr viel von ihrem Schrecken verloren. Zwischen den beiden Weltkriegen gab es in der Union in Nord-Transvaal und im nördlichen Natal weite Gebiete, die so stark mit Malaria verseucht waren, daß die weißen Farmer bereits daran dachten, ihre Ländereien aufzugeben und in gesündere Gebiete zurückzugehen. Auch hier hat der Gesundheitsdienst der Union vorbildliche Arbeit geleistet. Diese Gebiete sind zwar noch nicht völlig malariefrei, aber durch eine großzügige Bekämpfung der Anophelen sind sie zu einem Grade saniert worden, der Malaria-Infektionen zu einer seltenen Erscheinung macht.

Eine potentielle Gefahr für Südafrika stellt das Gelbfieber dar. Sein endemisches Gebiet hat die Grenzen der Union noch nicht erreicht, jedoch sind in vielen Gebieten, besonders in dem regenreichen Küstenstreifen von Natal und der Kap, die Überträger (Mücken der Unterart *Stegomyia*) vorhanden. Die Einschleppung infizierter Mücken (besonders durch den Luftverkehr) oder die Einreise von infizierten Menschen, besonders während der Inkubationszeit, kann daher zu einem explosionsartigen Auftreten von Gelbfieberepidemien führen. Der öffentliche Gesundheitsdienst hat daher zwei große Aufgaben zu bewältigen. Einmal gilt es, eine lückenlose sanitäre Überwachung der Reisenden aus den Gelbfiebergebieten durchzuführen (Gesundheitskontrolle, Impfwang), zum andern müssen die Verbreitungsgebiete der Überträger genauestens bekannt sein, um im Ernstfalle sofort mit den Bekämpfungsmaßnahmen, die sich wie beim Fleckfieber fast ausschließlich gegen die Überträger richten, beginnen zu können.

Weitere Probleme des öffentlichen Gesundheitsdienstes auf dem Gebiet der medizinischen Entomologie stellen das Rückfallfieber dar, das durch die Zecke *Ornithodoros moubata* übertragen wird; das Zeckenbissfieber, eine Rickettsiose; Darmkrankheiten und Trachom in ihrer Beziehung zur Fliegenplage; durch Mücken und andere Arthropoden

übertragene Viruskrankheiten, deren Aetiologie zum großen Teil noch völlig dunkel ist, und schließlich zahlreiche Spinnentiere und Insekten, die als gefährliche „Gifftiere“ auftreten oder als Fliegenmaden Erreger der „Myiasis“ bei Mensch und Haustier sind.

Diese Beispiele mögen genügen, um die Bedeutung der Entomologie für die Medizin aufzuzeigen. In der Veterinärmedizin ist sie nicht geringer, eher noch bedeutungsvoller.

Es ist klar, daß die medizinische Entomologie in der Ausbildung der Mediziner einen viel breiteren Raum einnimmt als in Deutschland, besonders was den Facharzt für Tropenmedizin und den Amtsarzt anbetrifft. Das Abschlußexamen für den praktischen Arzt ist die Qualifikation für Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe (M. B., Ch. B.). Im Ausbildungsgang bis zu diesem Grad spielt die medizinische Entomologie eine relativ geringe Rolle. Nach dem Examen für den praktischen Arzt kann der Mediziner jedoch noch verschiedene Fachexamina ablegen, die ihn berechtigen, amtsärztliche und andere höhere Posten zu bekleiden. In drei dieser Diplome nimmt die medizinische Entomologie einen breiten Raum ein, nämlich im „Diploma of Public Health“ (D. P. H.), „Diploma of Tropical Medicine and Hygiene“ (D. T. M. & H.) und im „Diploma of Clinical Pathology“ (D. Clin. Path.)

Das D. P. H. kann innerhalb der Union (einschließlich Südwestafrikas) an den Universitäten Kapstadt, Johannesburg und Pretoria abgelegt werden, die beiden anderen Diplome nur an der Witwatersrand-Universität in Johannesburg.

Die zusätzliche Ausbildungszeit für jedes dieser drei Diplome umfaßt jeweils ein Jahr, in dem theoretisch und praktisch die in Frage kommenden Fächer behandelt werden. Die medizinische Entomologie wird zusammen mit der Protozoologie und Helminthologie als „Parasitologie“ geführt und hat für das D. P. H. 100 Vollstunden, für die beiden anderen Examina jeweils mindestens 120 Stunden zur Verfügung. Das Abschlußexamen für die Parasitologie besteht für das D. P. H. und das D. T. M. & H. aus einem schriftlichen (3 Std.) und einem kombinierten praktischen und mündlichen Teil (3 Std.), für das D. Clin. Path. sind sogar 6 Stunden für den zweiten Teil vorgesehen.

Der Mittelpunkt der medizinisch-entomologischen Lehrtätigkeit und Forschung in der Union ist das „South African Institute for Medical Research“ (S.A. I. M. R.) in Johannesburg, das teilweise in Personalunion mit der Universität steht. Seine entomologische Abteilung verfügt über umfangreiche wissenschaftliche Sammlungen der in medizinischer Hinsicht wichtigen Arthropoden und über ein ausgezeichnetes Lehr- und Anschauungsmaterial. Zur Zeit sind nicht weniger als neun akademisch ausgebildete Biologen in der Abteilung tätig, die u. a. folgende Teilgebiete bearbeiten: Systematik, Verbreitung und Lebensweise der Flöhe (Siphonaptera), Mücken (Culicidae), Gnitzen (Simulii-

dae, Ceratopogonidae, Psychodidae), höhere Fliegen (Muscidae und Calliphoridae), an Wirbeltiere parasitierenden Milben sowie Zecken (Acarina) und schließlich auch Bilharzia samt den mit dieser Seuche verbundenen entomologischen Problemen. Die Abteilung arbeitet in engster Verbindung mit dem staatlichen Pestdienst, der auf demselben Grundstück untergebracht ist.

Der Wirkungsbereich der Entomologischen Abteilung des S.A. I. M. R. ist jedoch nicht auf die Union beschränkt, sondern erstreckt sich weit über deren Grenzen. Mitarbeiter der Abteilung wurden wiederholt als Sachverständige nach Britisch-Ostafrika, ins Kongogebiet, nach Rhodesien, ins Betschuanaland, nach Mocambique und nach Madagaskar eingeladen. Es besteht ein reger Gedankenaustausch mit allen entomologischen Instituten des afrikanischen Kontinents sowie mit solchen in Europa, den Vereinigten Staaten und in anderen Erdteilen.

Forschung und Lehre lösen sich in immer steigendem Maße von der Vormundschaft Europas. Das S.A. I. M. R. steht in erster Reihe mit jenen Instituten, die diese nicht mehr aufzuhaltende Entwicklung in Gang gebracht haben.

Prüfung der molluskiziden Eigenschaften einiger insektizider Wirkstoffe

Von Karl-Günther Adlung und Herbert Kauth

Die über weite Gebiete der Tropen und Subtropen verbreiteten Bilharziosen stellen eines der größten Probleme für das Gesundheitswesen dieser Länder dar. Die Erreger dieser Krankheiten sind Trematoden der Gattung *Schistosoma* (*Bilharzia*), die vor allem in den Venen der Leber (Pfortader), des Darmes oder des Urogenitalsystems leben. Durch Ablagerungen großer Eimengen in den Lymphgefäßen und im Bindegewebe kommt es zu Entzündungen, Blutstauungen, Anschwellungen der Lymphgefäße und bösartigen Wucherungen. In den meisten Fällen tritt der Tod der erkrankten Menschen ein.

Über große Teile Afrikas und Südportugals verbreitet ist *Schistosoma haematobia*. Im Nildelta sind bis zu 80 % aller Menschen von dieser Art befallen. Im Kongogebiet und dem äquatorialen Westafrika wird sie durch die nahe verwandte *Sch. intercalata* vertreten.

Sch. mansoni ruft durch Anstauungen in den Lymphgefäßen Elefantiasis hervor und ist in Afrika sowie Süd- und Mittelamerika verbreitet, während *Sch. japonica* die Krankheit in ganz Ostasien verursacht. Die Hauptüberträger für *Sch. haematobia* sind in Ägypten *Bulinus truncatus*, in Portugal und Marokko *Planorbarius dufourii* sowie *Physopsis africana* in Südafrika¹. *Planorbis boissyi* in Ägypten und *Australorbis glabratus* in Südamerika übertragen *Sch. mansoni*. Als Zwischenwirte von *Sch. japonica* kommen in Ostasien vor allem die Gattungen *Oncomelania* (China), *Katayama* (China, Formosa) und *Schistosomophora* (Japan, Philippinen) in Frage (1, 2, 3).

Durch Abtötung dieser Zwischenwirte könnte eine Übertragung der Krankheiten verhindert oder wenigstens eingedämmt werden, da die Miracidien der in Frage kommenden Arten nur kurze Zeit im freien Wasser lebensfähig sind.

Bei der chemischen Bekämpfung der Wasserschnecken muß durchweg beachtet werden, daß die in Frage kommenden Gewässer von den Anwohnern oft zum Baden oder zum Waschen benutzt werden. Man muß also eventuelle Gefahren für die Menschen berücksichtigen. Zahl-

¹ Diese Art ist in Westafrika auch Hauptüberträger für *Sch. intercalata*.

reiche Präparate sind für Fische und Wasserpflanzen toxisch, so daß bei Bekämpfungsmaßnahmen der Bevölkerung wichtige Nahrungs-erwerbsquellen verschlossen werden können.

Bisher wurden zur Schneckenbekämpfung z. B. kupferhaltige Bekämpfungsmittel, z. B. Kupfersulfat verwendet, das mit Aufwandmengen von etwa 20 p. p. m. eine Schneckenvernichtung gewährleistet (3).

Im Verlaufe umfangreicher Untersuchungen über die Wirkungsweise von insektiziden Wirkstoffen auf Wassertiere hatten wir Gelegenheit festzustellen, wie sich einheimische Wasserschnecken zu einer Reihe bekannter Insektizide verhielten.

In zahlreichen Versuchsreihen testeten wir Emulsionsöle und Suspensionen von Wirkstoffen auf ihre molluskiziden Eigenschaften.

Alkoholische Lösungen von Wirkstoffen eigneten sich zur Versuchsausführung weniger, da bei der Eintragung der Wirkstofflösungen in Wasser die sehr wenig wasserlöslichen Wirkstoffe ausfielen und sich erst nach längerer Zeit und nur in geringem Maße entsprechend ihrer Löslichkeit lösten².

In allen Versuchen wurde eine größere Zahl von einheimischen Wasserschnecken bei 20° C in Aquarien mit zwei Liter behandelten Wassers eingebracht. Nach einer Einwirkungszeit von 24 Stunden wurden alle noch lebenden Tiere in unbehandeltes Wasser umgesetzt und weitere 48 bis 72 Stunden nachbeobachtet.

Die Anwendungskonzentrationen sind in p. p. m. des reinen Wirkstoffs angegeben.

Emulgator: Die bei den Wirkstoff-Emulsionsölen verwandten Emulgatoren zeigten in Kontrollversuchen bis zu einer Dosierung von 50 p. p. m. keine schädigende Wirkung auf *Lymnaea stagnalis* und *Planorbis corneus*.

Kupfersulfat: Das auch für andere Wassertiere und Pflanzen sehr toxische Kupfersulfat wirkte auf die untersuchten Schneckenarten bei 1 bis 2 p. p. m. abtötend.

Technisches HCH-Emulsionsöl: Ein Emulsionsöl, das die alpha-, gamma- und delta-Isomere des Hexachlorcyclohexans enthält, kam in einer Konzentration von 0,008 ccm/l (= 1 p. p. m. Gamma-HCH, 1 p. p. m. Delta-HCH, 0,5 p. p. m. Alpha-HCH), 0,016 ccm/l (= 2 p. p. m. Gamma-HCH, 2 p. p. m. Delta-HCH, 1 p. p. m. Alpha-HCH) und 0,04 ccm/l (= 5 p. p. m. Gamma-HCH, 5 p. p. m. Delta-HCH, 2,5 p. p. m. Alpha-HCH) zur Anwendung. Bei der mittleren Konzentration wurden *Lymnaea stagnalis* und *Planorbis corneus* geschädigt

² Die Wirkstoffaufbereitungen wurden uns zum größten Teil vom Anwendungstechnischen Laboratorium der Firma C. H. Boehringer Sohn zur Verfügung gestellt.

(Lähmung). Bei der höchsten Konzentration trat nach einer Einwirkungszeit von 16 Stunden der Tod der Versuchstiere ein.

Alpha-Isomer des HCH: Dieses Isomer wirkte auf *Lymnaea stagnalis* und *Planorbis corneus* bei 5 p. p. m. nur leicht durch Hemmung der Bewegungsaktivität. Nach Umsetzen in unbehandeltes Wasser zeigte sich keine bleibende Schädigung.

Gamma-Isomer des HCH (Lindane): Erst bei einer Anwendungskonzentration von 5 p. p. m. traten bei den Versuchstieren Lähmungserscheinungen auf, Abtötung wurde jedoch nicht erzielt.

Delta-Isomer des HCH: Bereits 1947 stellte Halawani (4,5) die guten molluskiziden Eigenschaften des Delta-Isomers fest. Die letale Dosis für *Bulinus* und *Planorbis* lag bei 5 p. p. m. in seinen Versuchen, über eigene Ergebnisse soll später berichtet werden.

DDT: Ein 25 %iges DDT-Emulsionsöl schädigte erst bei 7 p. p. m. *Lymnaea stagnalis*. Eine Abtötung konnte bei den Versuchen nicht erzielt werden. Selbst bei einem Aufwand von 10 p. p. m. erholten sich die Tiere nach der Umsetzung in frisches Wasser langsam wieder.

Pertthane: Bei 1 bis 7 p. p. m. blieb dieser Wirkstoff bei *Lymnaea stagnalis* unwirksam. Verwendet wurde ein 50 %iges Suspensionspulver.

Chlordane: Unter Verwendung eines 75 %igen Clordane-Emulsionsöls wurde eine Schädigung von *Lymnaea stagnalis* erst bei 5 bis 8 p. p. m. erzielt. Eine Abtötung von Versuchstieren stellten wir erst bei 7 p. p. m. innerhalb der Nachbeobachtungszeit von 48 Stunden fest.

Heptachlor: Ein 20 %iges Heptachlor-Suspensionspulver zeigte bei Anwendungskonzentrationen von 1 bis 8 p. p. m. Wirkstoff keine schädigende Wirkung auf *Lymnaea stagnalis*. Mit einem 25 %igen Emulsionsöl erzielten wir dagegen schon bei 3 p. p. m. Lähmung der Versuchstiere in den ersten 24 Stunden und Abtötung innerhalb der Nachbeobachtungszeit.

Allethrin: Unter Verwendung eines 5 %igen Emulsionsöles erwies sich dieser Wirkstoff gegenüber *Lymnaea stagnalis*, *L. auricularia*, *Physa fontinalis* und *Tropidiscus planorbis* sehr toxisch. Bereits bei 3 p. p. m. zeigten die Versuchstiere nach 2 Stunden schwere Schädigungen. Der Tod trat nach 15 bis 20 Stunden ein, 10 p. p. m. wirkten schon innerhalb der ersten 2 Stunden tödlich.

Aldrin: Ein 40 %iges Emulsionsöl bewirkte erst bei einem Aufwand von 7 p. p. m. Lähmungen bei *Lymnaea stagnalis*. 10 p. p. m. töteten diese und die bei Allethrin genannten kleineren Arten innerhalb 15 bis 20 Stunden ab.

Dieldrin: Ein 25 %iges Emulsionsöl schädigte bei 5 p. p. m., ohne die Versuchstiere (*Lymnaea stagnalis*) abzutöten. Bei 8 p. p. m. wurden

L. auricularia und *Physa fontinalis* innerhalb 16 bis 18 Stunden abgetötet.

Parathion: Bei 3 p.p.m. kam es unter Anwendung eines 20 %igen Emulsionsöls innerhalb der ersten 24 Stunden zu schwerer Schädigung von *Lymnaea stagnalis*, *L. auricularia* und *Physa fontinalis*. Innerhalb der Nachbeobachtungszeit starben alle Versuchstiere. Bei 10 p.p.m. wurden diese bereits nach 18 Stunden getötet.

Malathion: Bei Gebrauch eines 25 %igen Suspensionspulvers wirkte Malathion auf *Lymnaea stagnalis* bei 1 bis 10 p.p.m. nicht schädlich. Ein 50 %iges Malathion-Emulsionsöl schädigte dagegen bereits bei 3 p.p.m. und tötete die Testtiere bei 10 p.p.m. teilweise ab. *Lymnaea auricularia*, *Physa fontinalis* und *Tropidiscus planorbis* erholten sich aber noch nach Einwirkung von 15 p.p.m. teilweise wieder.

Diazinon: Zur Anwendung kam ein 20 %iges Suspensionspulver und ein 20 %iges Emulsionsöl. Bei der Suspension zeigten sich Lähmungserscheinungen an *Lymnaea stagnalis* von 5 bis 7 p.p.m., die in etwa 50 % der Fälle innerhalb der Nachbeobachtungszeit zum Tode führten. Die Emulsion lähmte die Tiere bereits bei 1 p.p.m. und tötete die Mehrzahl der Tiere ab. Bei 0,5 p.p.m. wurden die Schnecken, auch die kleineren Arten, lediglich leichter geschädigt und erholten sich innerhalb der Nachbeobachtungszeit.

Metasystox: Die 20 %ige Emulsion zeigte bei einer Anwendung von 5 und 10 p.p.m. zu *Lymnaea stagnalis*, *L. auricularia*, *Planorbis corneus*, *Physa fontinalis* und *Tropidiscus planorbis* nur geringe Wirkung. Sämtliche Schneckenarten wurden in der Einwirkungszeit nur leicht geschädigt und erholten sich nach dem Umsetzen in unbehandeltes Wasser.

Pyrethrum: Von den insektiziden Pflanzenstoffen wurde nur ein 5 %iges Emulsionsöl des Pyrethrums getestet. Der Wirkstoff erwies sich als recht toxisch bei allen schon oben aufgeführten Schneckenarten. Bereits bei einer Anwendung von 3 p.p.m. wurden alle Versuchstiere nach 2 Stunden schwer geschädigt, der Tod trat innerhalb der ersten 15 bis 20 Stunden ein.

Vergiftungserscheinungen: Einen Unterschied in der Wirkungsweise der untersuchten Wirkstoffe auf die Versuchstiere konnten wir äußerlich nicht feststellen. Zu Beginn der Schädigung werden die Fühler angezogen, und die Schnecke sondert Schleim ab. Mit fortschreitender Wirkung nimmt die Schleimabsonderung zu. Durch die Verkrampfung der Fußmuskulatur wird das Fortbewegungsvermögen gestört. Diese Verkrampfung kann je nach Wirksamkeit des Wirkstoffs in eine völlige Lähmung der Muskulatur übergehen. Lediglich bei stärkerer Berührung (Glasstab oder dgl.) kommt es zu krampf-

artigen Kontraktionen der Kopf- und Fußmuskulatur. Die völlige Lähmung kann oft Tage andauern, ehe der Tod eintritt. Bei den *Lymnaea*-Arten und *Physa fontinalis* hängt nach Eintritt des Todes oft Kopf, Fuß und ein Teil des Eingeweidesackes erschlafft weit aus dem Gehäuse heraus. Die Planorbiden ziehen sich dagegen schon bei leichter Schädigung weit in ihr Gehäuse zurück und sterben hier, nach außen unmerkbar, ab.

Diskussion: Die Untersuchungen haben ergeben, daß die Mehrzahl der angewandten Wirkstoffe Wasserschnecken abtöteten oder zumindest schwer schädigten. Die praktische Anwendung dürfte jedoch auf große Schwierigkeiten stoßen. Die nötigen Einwirkungszeiten liegen im allgemeinen recht hoch. Selbst in sehr langsam fließenden Gewässern wären sehr hohe Mengen Wirkstoffe nötig, um eine ausreichende Schädigung der Schnecken zu erzielen. Während Kupfersulfat schon in geringen Mengen Wasserpflanzen abtötet, sind die übrigen bekannten Insektizide durchweg für Fische, insbesondere die Fischbrut, äußerst toxisch (6), so daß in dieser Hinsicht große Bedenken gegen einen Einsatz der Insektizide als Molluskizide gehegt werden müssen.

Lediglich Delta-HCH scheint gewisse Aussicht zu bieten, wenn auch noch erhebliche Arbeit von der anwendungstechnischen Seite her zu leisten ist, bis eine für die Praxis aussichtsreiche Anwendungsform gefunden ist.

Literatur

1. Schwetz, I. (1954): Ann. Mus. Congo Tervuren.
2. Piekarski, G. (1954): Lehrbuch der Parasitologie, Berlin.
3. Ruge, R., T. Mühlens u. M. zur Verth (1942) — Krankheit und Hygiene der warmen Länder. 5. Aufl. Berlin.
4. Halawani, A. (1946): Roy. Egypt. Med. Ass. 29, 187.
5. Halawani, A. (1947): Roy. Egypt. Med. Ass. 30, 35.
6. Bodenstern, G. (1955): Aquaristik 1, 109, 133, 154.

Anschriften der Verfasser: Dr. K. G. Adlung, Forstzool. Inst. d. Universität Freiburg/Br.; Dr. H. Kauth, Firma C. H. Boehringer Sohn, Wissenschaftl. Abteilung, Ingelheim/Rh.

Gradologische Untersuchungen über den Kiefernspinner (*Dendrolimus pini* L.)

Von H. Wiegand

(Mit 8 Abbildungen)

1. Beitrag

Das ungewöhnlich schwere Schadauftreten des Kiefernspinners, von dem das norddeutsche Kieferngebiet in den Jahren 1946 bis 1951 heimgesucht wurde, zwang im Dienste der forstlichen Praxis zu eingehenden prognostischen Arbeiten. Die dabei erkannten Gesetzmäßigkeiten und die zur Bionomie des Kiefernspinners zu liefernden Ergänzungen sind in dieser Arbeit zusammengestellt worden. Mit der Methode, einen Faktor mehrere Jahre hindurch in seiner Veränderlichkeit zu registrieren, lassen sich Beziehungen zu anderen Faktoren und damit oft eine Erklärung für ihre Bedeutung und Abhängigkeit finden. Wenn Eidmann und seine Schüler nach dieser Methode Schädlinge und ihre Umwelt in jeweils einem Waldgebiet vergleichend untersucht haben, so zeigt die vorliegende Arbeit¹, in der die Untersuchungen auf verschiedene Waldgebiete und Landschaften im Massenwechselgebiet eines Schädlings ausgedehnt worden sind, neben den zeitlichen auch noch örtliche gradologische Unterschiede auf. Einen Überblick über den Umfang der Beobachtungen im Gradationsgebiet gibt Abb. 1.

A. Ergebnisse zur Bionomie des Kiefernspinners

Diese lassen die Veränderlichkeit des Schädlings mit dem Alter der Gradation erkennen, was auf den Schädling als Einzeltier und auf die Gesamtheit in der Population zutrifft.

1. Die Größenklassen der Winterraupen

Über die Raupen, die zum ersten oder zum zweiten Male überwintern, ist den Angaben von Ratzeburg (1865), Eckstein (1911),

¹ „Der Ablauf einer Übervermehrung des Kiefernspinners in Norddeutschland“, Dissertation, Math.-Nat. Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, 1955. Die Unterlagen wurden im Institut für Waldschutz, Eberswalde, erarbeitet.



Abb. 1. Das Gradationsgebiet.

Nordgebiete: — • — • Krisis im Sommer 1948 (Prignitz)

— — — Krisis im Sommer 1949

———— Krisis im Sommer 1950

Südgebiete: ————— Krisis im Sommer 1950

===== Krisis im Sommer 1951 (Restgebiet).

Erläuterung der Abkürzungen in Kapitel A•5 (2)

Möbius (1935) und Schwerdtfeger (1936) zu entnehmen, daß Raupen mittlerer Größe im Winterlager am häufigsten vorkommen, kleine Raupen und Altraupen dagegen selten sind. Häufigkeitspolygone in Abhängigkeit von der Raupenlänge täuschen bei grober Einteilung der Größenklassen nach $\frac{1}{2}$ cm- bis Zoll-Längen eine eingipfelige Größenkurve vor. Bei weiterer Verfeinerung der Einteilung auf 1 mm-Intervalle wird aber eine zweigeteilte Kurve sichtbar, die eine genaue Unterscheidung der Raupen nach Jahresklassen zuläßt (Abb. 2). Der erste Teil der Kurve entspricht den Werten der erstjährigen Raupen, der zweite denen der überjährigen. Im Winter nach der Krisis

und dem Zusammenbruch der Gradation wird die Gruppierung der überjährigen Population beim Fehlen erstjähriger Raupen besonders klar, wie es für mecklenburgische Forstämter zusammenfassend dargestellt ist. Im Winter vor der Krisis ist bei stärkster Übervermehrung die erstjährige Population vorherrschend und die überjährige noch verschwindend (Preschen). Bleibt innerhalb eines ausgedehnten

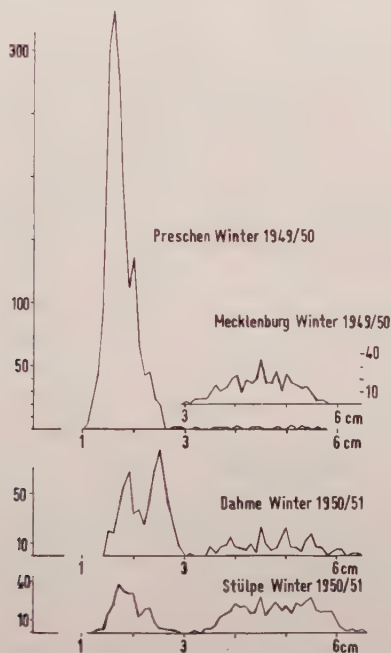


Abb. 2. Die Größenklassen der Raupen im Winterlager.
Anzahl der Raupen: 10, 40, 100, 300. Raupenlänge: cm.

Krisengebietes ein restliches Befallsgebiet um ein Jahr länger erhalten, so sind die Randgebiete (Dahme, Stülpe) durch eine zunehmende Bedeutung der überjährigen Population gekennzeichnet.

Allen Kurven ist ein deutlicher Einschnitt bei 3 cm gemeinsam. Ein Abweichen von dieser Grenze zwischen Jung- und Altraupen während des Winters ist manchmal um wenige Millimeter zu vermuten, aber für eine statistische Auswertung ohne Bedeutung.

Die durchschnittliche Größe der Jungraupen kann in aufeinanderfolgenden Wintern und an verschiedenen Standorten während des gleichen Winters innerhalb des Intervalls von 1 cm bis 3 cm differieren. Der Zentralwert der Jungraupen liegt nicht konstant bei 1,7 cm

Raupenlänge, wie mehrmals berechnet wurde, sondern oft höher, manchmal tiefer. Im Winter 1949/50 wurden die höchsten Zentralwerte für Forstorte im Niederen Fläming ermittelt, die niedrigsten in der Altmark und im Hohen Fläming. Bei eingehenden standörtlichen Untersuchungen ergab sich, daß die durchschnittliche Größe der Jung-raupen im Winter 1949/50 in Tauer (Lausitz) von hohen Werten in den Randrevieren des Befallsgebietes zu niedrigen im Herdgebiet abnahm, während 1950/51 im Niederen Fläming umgekehrt die höchsten Werte für das zentrale Befallsgebiet gefunden wurden.

In vielen Fällen zeigt das Größenpolygon der Jung-raupen im Winter eine Unterteilung, die besonders deutlich für Dahme hervortritt. Welche phänologischen Ursachen dies hatte, konnte nicht geklärt werden. Eine Notiz von L a n g e (1866) besagt, daß im fünften Jahr vor der Krisis große, mittelwüchsige und kleine Raupen zu ziemlich gleichen Teilen vorhanden waren; die mittelwüchsigen verschwanden schon im nächsten Jahr, die großen nahmen von Jahr zu Jahr über Anteile von 5 % und 1 % zu $\frac{1}{10}$ % der Gesamtmenge ab. Leider findet man bei L a n g e keine Definition des Begriffes „mittelwüchsig“.

Die Tendenz zum Rückgang der Altraupenanteile kann bestätigt werden, wenn diese auch in den Jahren 1948/49 bis 1950/51 statt $\frac{1}{10}$ % oft nur 4 % bis 7 % im Winter vor der Krisis erreichten. Nach dem Zusammenbruch der Gradation stiegen die Altraupenanteile auf 71 % bis 99 % an. In Kahlfraßgebieten konnten 100 % schon während des Winters vor der Krisis in den angrenzenden grünen Forstrevieren gefunden werden. Ein Überwiegen der Altraupenanteile zu etwa 70 % konnte unter den wenigen zu findenden Raupen bis zum vierten Winter nach der Krisis festgestellt werden.

Zur Beweisführung für die Allgemeingültigkeit dieses Ergebnisses seien noch die Aufzeichnungen anderer Autoren verwertet. S c h w e r d t f e g e r (1936, S. 216) gibt einen Abfall des Altraupenanteils vor der Krisis von einem Jahr zum nächsten von 45 % auf 30 % an. E c k s t e i n (1911, S. 92) von 22 % auf 6 %. Schließlich lassen sich die Zahlen verwerten, die vor 100 Jahren beim Absammeln der Winterraupen gewonnen worden sind. Es wurde die Anzahl der Raupen im Quart (etwas größer als 1 Liter) angegeben. Diese Zahlen veränderten sich nach R a t z e b u r g (1840, S. 156) in der Folge der Jahre von 600 auf 1600, dann auf 3000 und endlich wieder auf 700 und 860. Bei L a n g e (1866) ist die Zahlenfolge 900, ?, ?, 1700, 3000 bis 3500, 5000 bis 6000 Raupen/Quart. Die Angaben von Bernhard (1875, S. 79) über Altraupenanteile von 80 % bis 93 % beweisen, daß sie jeweils nach der Krisis ermittelt worden sind.

Das überwiegende Vorkommen von Altraupen im Winterlager ist einwandfrei als Krisenerscheinung zu erklären, die örtlich durch Kahlfraß oder in größeren Landstrichen durch das Alter der Gradation bedingt sein kann. Es läßt sich außerdem erkennen, daß in jedem Jahr ein Rest überjähriger Raupen bleibt. Um anhaltsweise zu berechnen, wieviel Raupen in jeder Generation überjährig werden, muß man

z. B. bei 5 % Altraupenanteil im Winterlager den Anteil von (95) 100 % Jungraupen durch den letzten Vermehrungsfaktor (bis 30 oder 40) dividieren. Es ergibt sich dann, daß einjährige und überjährige Tiere etwa zu Anteilen gleicher Größenordnung aus einer Ausgangsmenge von Eiraupen entstehen. Der Anteil der Altraupen unter den Raupen einer Dezember-Bodensuche geht beträchtlich zurück, wenn die Übervermehrung von größter Heftigkeit ist, er bleibt aber bis zur Krisis beachtlich hoch, wenn im Befallsgebiet nur eine geringe Übervermehrung des Schädlings zu verzeichnen ist. Mit Beginn der neuen Progradation ist ein Absinken des Altraupenanteils unter 50 % wegen der Abhängigkeit vom nächstjährigen Vermehrungsfaktor der Jungraupen als sicher anzunehmen. Ein Umschlagen der zweijährigen in eine einjährige Generationsdauer kann niemals als auslösende Ursache für eine neue Gradation (Schwerdtfeger 1949) angenommen werden; die verringerte Bedeutung des vorjährigen Altraupenrestes ist vielmehr nur eine Folge der neu einsetzenden Übervermehrung. Nach dem Zusammenbruch einer Gradation erreichen die überjährigen Raupen von einem Winter zum nächsten überwiegende Prozentanteile ohne das Auftreten von Zwischenwerten, weil dann der Vermehrungsfaktor der Jungraupen unter 1 gesunken ist. Für Übervermehrungen ohne wirtschaftliche Schadhöhe ist wegen der weniger ausgeprägten Krisenerscheinungen anzunehmen, daß der Altraupenanteil nur wenig über 50 % ansteigt.

Es gibt in Norddeutschland keine geschlossenen Generationen von überjährigen Tieren, die man nur alle zwei Jahre registrieren könnte. Selbst Ermolajev und Wassiljev (1935, S. 561) fanden in Rußland beide Altersklassen gleichzeitig im Winterlager. Meves (1906) berichtet dagegen für Schweden über einen Wechsel der Raupengröße in aufeinanderfolgenden Wintern, hat die Angaben aber z. T. nur von anderen übernommen.

2. Das Wachstum der Raupen

Der Versuch, das Entstehen der auffälligen Unterschiede zwischen erstjährigen und überjährigen Raupen während der Wachstumsperiode zu klären, stößt auf Schwierigkeiten, da Schwerdtfeger (1936 S. 199 und 200) fand, daß sich das Wachstum der Population nicht wie das der Einzeltiere nach Stadien beschreiben läßt, sondern daß sich die Raupengruppen gleichen Stadiums in der Population mit denen anderer Stadien der Größe nach überschneiden. Indem er deshalb seiner Arbeit sieben statistisch nach der Kopfkapselgröße definierte Raupenstadien zugrundelegt, kann er wiederum keine Unterscheidung nach den beiden biologischen Altersgruppen treffen.

Die neue Untersuchung wurde auf der Längenmessung der eingesandten Freiland-Raupen aufgebaut. Zuerst wurden solche Kurven wie in Abb. 2 nach dem Datum graphisch geordnet (Abb. 3 a). Dann wurden für jedes Datum der Zentralwert und beide Extremwerte an dem Kurvengipfel der

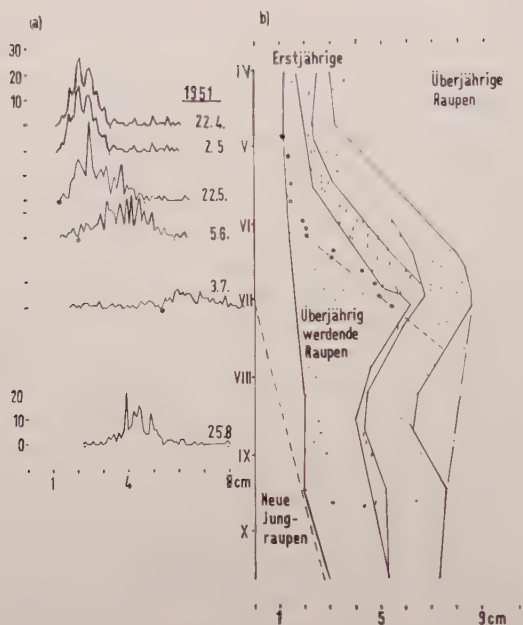


Abb. 3. Das Wachstum der Raupen.
Anzahl der Raupen: 10, 20, 30. Raupenlänge: cm. Monate: IV—X.

erstjährigen Raupen gekennzeichnet und in die Abb. 3 b übertragen, der Zentralwert als Strich. Das Verfahren erscheint für den Einzelfall ungenau, gibt beim Vorliegen vieler Kurven aber ausreichende Sicherheit in der Abgrenzung der einzelnen Bereiche in Abb. 3 b. Wenn auch auffällige Unterschiede unter den Wertefolgen nach dem Gradationsalter der Gebiete nicht in Erscheinung traten, so müßte die Methode doch bei der nächsten Gradation zum mindestens noch durch Trennung der Werte nach Herd- und Randgebieten verbessert werden.

Über das durchschnittliche Schicksal der Raupen kann man in Abbildung 3 b durch Umrandung der Zentralwerte ein Bild gewinnen. Die entstandene Doppellinie zeigt einen charakteristischen Verlauf. Im ersten Teile bringt sie eine weitgehende Bestätigung der Tabelle von Schwerdtfeger, obwohl eine geringe Verzögerung um ein bis zwei Wochen gegen die Ausnahmewerte von Malterhausen 1934 abzulesen ist. Das beschleunigte Frühjahrswachstum dauert i. D. von Anfang Mai bis Ende Juni; witterungsbedingte, kurzfristige Wachstumsschwankungen werden ausgeglichen. Die Ausreißerkurve bezieht sich auf Zentralwerte von Hohenkuhnsdorf im Juni 1950; Hohenkuhnsdorf sowohl wie Malterhausen liegen im Niederen Fläming.

Erstjährige und gleichzeitig überwinterte überjährige Raupen zu trennen, ist nach den Schaubildern in Abb. 3 a nicht schwer. Über-

jährige Raupen sind während des zeitigen Frühjahrs stets bis zur Verpuppungsgröße vorhanden. Ein großer Teil von ihnen kam 1949 bis 1951 schon krank aus dem Winterlager (matt, geschrumpft usw.) und starb ohne Futteraufnahme. Die lebenskräftigen ausgewachsenen Tiere erreichen dagegen in kürzester Zeit die Verpuppung. Dies ist nicht nur in Zuchten, sondern auch im Freiland der Fall. Es kann die Feststellung *Ecksteins* bestätigt werden, daß die überjährigen Raupen bis Ende Mai entweder verpuppt oder weggestorben sind. Es findet normalerweise kein Rückwandern vorwiegend der großen überjährigen Raupen in die Bodendecke statt, wie *Schwerdtfeger* (1936) vermutet hat. Aus der Literatur läßt sich die Angabe *Hennerts* (1798) verwerten, nach der im April 1794 (im Frühjahr nach der Krisis) viele Raupen (überjährige) starben; *Bernhard* (1875) gibt für Züllsdorf an, daß man schon im April 1872 Puppen fand.

Der Teil der überjährigen Raupen, die von den erstjährigen Raupen in der Größe eingeholt werden, ist äußerst gering, erscheint offensichtlich krank und nimmt die normale Entwicklung nicht wieder auf. Mit dem Beginn der Verpuppung der erstjährigen Raupen sind also alle überwinterten Altraupen aus der Gesamtpopulation ausgeschieden und haben deshalb einen zweijährigen Zyklus nicht vollenden können. Auf Grund dieser Tatsache läßt sich in Tafel 3 b eine eindeutige Grenze zwischen erstjährigen und lebenskräftigen überjährigen Raupen festlegen.

Außerdem ist der Abb. 3 zu entnehmen, wie sich die Masse der erstjährigen Raupen, die die Verpuppung im gleichen Sommer erreichen, seit Anfang Juni von den ersten, stark zurückbleibenden Raupen, die überjährig werden, trennt. Die geringste Größe der überjährig werdenden Raupen liegt Anfang Juni immer noch unter dem Zentralwert der Jungraupen im Winter, um sich dann durch Wegsterben oder Wachstum der Raupen Anfang Juli beinahe auf 2,0 cm und Ende August auf fast 2,5 cm zu verschieben. Die obere Grenze der überjährigen Raupen wird erst nach und nach durch die Verpuppung der erstjährigen Raupen freigegeben. Die Populationskurve von Anfang Juli zeigt, daß die überjährigen Raupen allen Größenklassen entstammen, daß sie also in den Monaten des Entstehens keine geschlossene Population darstellen. Erst in der zweiten Augushälfte hat sich eine eingipfelige Populationskurve herausgebildet, was mit dem Wegsterben von überjährigen Raupen extremer Größe erklärt werden muß.

Mit der zahlenmäßigen Zunahme der überjährig werdenden Raupen wird der Zentralwert aller Raupen, die zum erstenmal überwintert haben, gegenüber dem Zentralwert der einjährig bleibenden Raupen gesenkt. Ende Juni sind die restlichen einjährigen Raupen in gleicher Anzahl wie die überjährig werdenden vorhanden, danach überwiegen sie, was zu der rückläufigen Kurve des Zentralwertes führt. Ein er-

neuter Richtungswechsel der Kurve des Zentralwertes findet Anfang August nach der Verpuppung der letzten einjährigen Tiere statt. Von diesem Zeitpunkt ab gibt die Neigung der Zentralwertkurve die Entwicklungsgeschwindigkeit der neuen „Generation“ überjähriger Raupen an.

Neben den Untersuchungen an Freilandmaterial wurden auch Zuchtversuche mit erstjährigen Raupen durchgeführt, die der Kopfkapselbreite oder Raupenlänge nach in einzelnen Größenklassen getrennt angesetzt worden waren. Die einzelnen Gruppen wuchsen nicht als geschlossene Gruppe übereinstimmender Größe weiter, vielmehr verhielten sich die einzelnen Raupen solcher Gruppen im Wachstum nicht gleichmäßig, z. B. konnten Raupen mit einer Größe kleiner als der Zentralwert zu einer Größe oberhalb des Zentralwertes heranwachsen und umgekehrt. Es findet also innerhalb der Größenklassen der heranwachsenden Jungrauen eine ständige Vermischung der einzelnen Gruppen statt, die in beschleunigtem und verzögertem Wachstum der Einzelraupen in bezug auf das mittlere Wachstum der Population begründet ist. Ebenso dürften die überjährigen Tiere dieser Durchmischung unterworfen sein. Für die Entstehung überjähriger Tiere ist deshalb nach Ursachen zu suchen, die sowohl Jungrauen als auch bis zum Auftreten dieser Ursachen noch schnellwüchsige Altraupen (evtl. nur zeitweise) erfassen können.

3. Die physiologische Auswirkung einiger exogener Faktoren

Von exogenen Faktoren wurde im Laboratorium die Einwirkung von Parasitierung und Krankheit auf das Wachstum des Schädlings untersucht. Es kam zunächst nur auf Vergleichswerte, nicht auf absolute Werte an unter Bedingungen, unter denen die physikalischen Faktoren mit Ausnahme der Tageslänge konstant gehalten wurden. Unterschiede der Ergebnisse konnten also nur aus biologischen Ursachen herrühren.

Die Kiefernspinner-Raupen wurden einzeln in Petrischalen bei 26° bis 28° C und etwa 90 % bis 100 % rel. Feuchtigkeit (offene Wasserschalen) im Thermostaten gehalten. Das Futter wurde als Bündel von Einzelnadeln in die Petrischale gegeben, je nach der Höhe des bis zum nächsten Tage vermuteten Futterbedarfs. 1 cm Kiefern nadellänge entsprach i. D. 5 mg Futtergewicht. Wegen der vom Zweig gelösten Nadeln und der hohen Feuchte im Thermostaten war keine wesentliche Veränderung in der Beschaffenheit der Nadeln bis zur nächsten Fütterung zu erwarten. Der Nadelverbrauch wurde während des Versuches für das Einzeltier und nach Futterlängen täglich notiert, darüber hinaus die Raupenlänge, Anzahl der abgegebenen Kotballen, Häutungen, Kopfkapselbreite, krankhafte Erscheinungen u. a. Da die Tiere bis zur Verpuppung und bis zum Schlüpfen der Imagines einzeln gehalten wurden, waren die Tiere nachträglich nach Geschlecht, Parasitierung oder Erkrankung zusammenzufassen, trotzdem vorher eine entsprechende Untersuchung nicht durchgeführt werden konnte.

Die verwendeten erstjährigen Tiere stammten aus dem Freiland und immer aus Gebieten, die sich im letzten Winter vor der Krisis befanden. Da die Zahl der Raupenstadien bis zur Überwinterung nicht bekannt war, mußte die Klassifizierung durch Vergleich verschiedener Größenwerte gewonnen werden. Infolge der Tatsache, daß in allen biologischen Gruppen der Raupen bis zum vierten Raupenstadium eine weitgehende Konstanz der Einzelwerte gefunden wurde, ließen sich die gesunden und parasitierten Tiere verhältnismäßig leicht einordnen. Für die infektiös erkrankten Tiere war dies schwieriger, außerdem zeigte sich bei ihnen eine Uneinheitlichkeit der Resultate, die verschiedenartige Krankheitsursachen vermuten ließ.

Nach Eckstein (1911, S.84) und Schwerdtfeger (1936, S.199) mußten für die Weibchen meist sieben Raupenstadien angenommen werden, für die Männchen dagegen sechs und sieben. Zur Bestätigung der Tabelle von Kojima (1934) über die Kopfkapselbreiten wurden schließlich aus Zimmerzuchten noch Häutungskapseln von Raupen des ersten bis dritten Stadiums gesammelt.

(1) Der Kopfkapsel-Durchmesser (mm)

a) Raupen, die Falter lieferten:

Die erhaltenen Werte $M \pm m$ in mm sind:

	Stadium 1	Stadium 2	Stadium 3
Kojima	$1,20 \pm 0,034$	$1,63 \pm 0,038$	$2,00 \pm 0,066$
(n = 35, 59, 80)*			
1951, ♂ + ♀	$1,27 \pm 0,008$	$1,65 \pm 0,030$	$2,04 \pm 0,037$
(n = 44, 8, 8)			
1949, 4 ♂			$2,05 \pm 0,050$

Meine Werte für die ersten Stadien liegen also um ein geringes höher als die von Kojima errechneten. Vom Stadium 4 ab konnte nach dem Geschlecht unterschieden werden:

	Stadium 4	Stadium 5	Stadium 6	Stadium 7
Kojima	$2,65 \pm 0,086$	$3,50 \pm 0,228$	$4,09 \pm 0,243$	$5,35 \pm 0,388$
(n = 50, 37, 60, 25)				
6 Stadien				
1949, ♂	$2,61 \pm 0,046$	$3,52 \pm 0,078$	zerbrochen	
(n = 7,9)				
7 Stadien				
1949, ♂	$2,53 \pm 0,039$	$3,16 \pm 0,042$	$3,94 \pm 0,041$	zerbrochen
(n = 12, 22, 20)				
♀	$2,57 \pm 0,036$	$3,00 \pm 0,052$	$3,91 \pm 0,050$	zerbrochen
(n = 7, 22, 24)				

Die Kopfkapsel des letzten Stadiums vor der Verpuppung fehlt bei allen Messungen, da sie regelmäßig im Kokon zerdrückt wurde. Die

* n = 35, 59, 80 bedeutet Anzahl n = 35 im 1., n = 59 im 2., n = 80 im 3. Stadium.

Werte von K o j i m a stimmen für das Stadium 5 mit denen der männlichen Raupen mit 6 Fraßstadien überein, für das Stadium 6 dagegen etwa mit denen der männlichen und weiblichen Raupen mit 7 Fraßstadien. Da K o j i m a die Raupenstadien nicht nach den Entwicklungsunterschieden getrennt hat, ist zu seinen Werten vom Stadium 5 ab ein hoher mittlerer Fehler getreten. Das gleichzeitige Vorkommen von Raupen mit sechs und mit sieben Fraßstadien macht es wertlos, die Kopfkapseln der gesamten Population mit Hilfe eines Häufigkeitspolygons zu ordnen, wie ich es zur Feststellung der Mittelwerte des fünften und sechsten Stadiums versucht habe; der Einschnitt der Kurve ist weitgehend durch einen kleineren Kurvenberg undeutlich gemacht (vgl. Schwerdtfeger 1936, S. 199). Wenn man zwar annehmen kann, daß K o j i m a beim Stadium 6 gleichzeitig Altraupen und vorletzte Stadien herangezogen hat, so gilt dies nicht für das Stadium 7. Als Mittelwert für männliche und weibliche Altraupen kann dieser Wert deshalb übernommen werden. Wahrscheinlich deutet der große mittlere Fehler von $\pm 0,388$ darauf hin, daß die als Altraupen kleiner bleibenden Männchen i. D. schmalere Kopfkapseln als die Weibchen haben.

b) Raupen mit *Exochilum*-Larven (Ex) und infektiös erkrankte Raupen (kr.)

	Stadium 4	Stadium 5	Stadium 6	n
6 Stadien				
♂ ges.	2,67	3,52		(11, 14)
Ex.	2,62	3,31		(4, 12)
♀ ges.	2,6	3,7		(1, 1)
Ex.	2,62	3,48		(7, 11)
7 Stadien				
♂ ges.	2,53	3,16	3,94	(7, 22, 24)
Ex.	2,50	3,20	3,72	(3, 3, 5)
kr.	2,47	2,84	3,50	(3, 5, 5)
♀ ges.	2,52	3,02	3,93	(12, 28, 32)
Ex.	2,57	3,35	4,20	(3, 4, 4)
kr.	2,58	3,21	4,15	(27, 27, 24)

Die Larven des Parasiten *Exochilum* töten den Wirt erst während des Puppenstadiums ab.

Während die Mehrzahl der gesunden Tiere sieben Raupenstadien durchläuft, wie aus den Anzahlen (n) des Jahres 1949 zu erkennen ist, schreiten die meisten parasitierten Raupen schon nach 6 Stadien zur Verpuppung. Die Parasitierung wirkt sich also bei den einzelnen Raupen nicht immer in gleicher Weise auf die Reduzierung der Raupenstadien aus. Zwischen den Geschlechtern besteht statistisch kein Unterschied mehr in der Zahl der Raupenstadien, da die Mehrzahl der parasitierten Weibchen sechs Raupenstadien besitzt. Die Mittelwerte der Kopfbreite sind beim vierten Stadium noch unverändert, beim vor-

letzten parasitierten Raupenstadium bahnt sich ein Kleinerbleiben an. Eine sichere Entscheidung ist aber erst zusammen mit anderen Merkmalen möglich.

Die Infektionskrankheiten wirken sich nicht in einer Verringerung der Stadienzahl aus. Ein Weibchen, das im sechsten Stadium eine wesentlich kleinere als durchschnittliche Kopfkapsel hatte, erreichte dafür ein achttes Fraßstadium. Die infizierten Männchen wiederum blieben deutlich in der Größe zurück, ihre Mittelwerte hatten aber einen Fehler $m > 0,100$.

(2) Die Raupenlänge (mm)

Da die Raupen nicht sofort nach dem Winterlager oder nach Häutungen vor jeder Nahrungsaufnahme gewogen werden konnten, mußte ihre Größe neben der Kopfkapselbreite noch durch die Raupenlänge bestimmt werden. Von jetzt ab kann das letzte Fraßstadium in den Vergleich einbezogen werden.

Für die einzelne Raupe wurde aus den täglichen Längenwerten der größte jedes Stadiums herausgegriffen, der i. a. wenige Tage vor der Häutung erreicht wurde. Diese Maßzahl erfaßt also auch das Streckungswachstum des Körpers. Die Längen der ersten Raupenstadien sind aus Eckstein (1911, S. 96/97) zu übernehmen:

Stadium 1: 9/12/15 Stadium 2: 14/17/21; Stadium 3: 18/22/28 mm lang. Bei den Werten für die älteren Stadien macht sich die andere Arbeitsmethode Ecksteins zu sehr bemerkbar. In meinen Wertereihen wird statt des mittleren Fehlers die Streubreite festgelegt, indem neben dem Mittelwert aller Höchstwerte die Maximalwerte des kleinsten und des größten Tieres angegeben werden.

	Stadium 4	Stadium 5	Stadium 6	Stadium 7
6 Stadien				
♂ ges.	23/27,5/30	34/41,3/46	61/65,4/69	
(n = 9, 15, 15)				
Ex.	26,9	40,0	58,7	
(n = 7, 14, 16)				
♀ ges.	27	43	82	
(n = 1)				
Ex.	27,8	42,8	69,1	
(n = 5, 11, 11)				
7 Stadien				
♂ ges.	20/26,2/32	29/34,0/40	41/45,6/51	62/68,4/77
(17, 23, 25, 25)				
Ex.	24,0	32,7	44,0	62,3
(3, 3, 3, 3)				
kr.	22,5	29,9	39,9	56,1
(2, 6, 7, 1)				
♀ ges.	19/25,8/29	27/32,1/37	41/47,2/55	64/77,9/86
(10, 28, 32, 33)				
Ex.	28,0	38,3	50,3	70,6
(3, 4, 4, 5)				
kr.	26,0	34,2	50,5	79,9
(18, 22, 20, 13)				

Bei den gesunden Tieren liegen die Mittelwerte des vierten Stadiums für beide Geschlechter noch auf gleicher Höhe. Danach setzt bei den Tieren mit sechs Fraßstadien ein beschleunigtes Wachstum ein, so daß sie vor der Verpuppung trotzdem die Größe der Raupen mit sieben Stadien erreichen können. Die Neigung zum beschleunigten Wachstum ist während des vierten Stadiums noch nicht sicher zu erkennen, ist aber mit der Häutung zum vierten Stadium wegen der Bildung der größeren Kopfkapsel schon klar entschieden.

Die Faustregel, daß die Kopfkapselbreite ein Zehntel der Raupenlänge beträgt, gilt nur für die mittleren Stadien, für die beiden letzten aber nicht mehr. Aus den Anfangswerten von Abb. 3 ist zu folgern, daß sich die Raupen des Winterlagers aus solchen des zweiten bis vierten Stadiums zusammensetzen, die Angabe von Schwerdtfeger (1936, S. 216), daß auch Kopfkapselbreiten von 3,5 mm gefunden worden sind, deutet aber darauf hin, daß außerdem schon einige Jungraupen des fünften Stadiums vorhanden sein können.

Die parasitierten Tiere wachsen während des vorletzten Raupenstadiums noch genau so schnell wie die gesunden Tiere, trotzdem ihre Kopfkapseln um ein geringes kleiner geblieben waren. Erst während des Altraupenstadiums wird die Schädigung durch die Parasitierung deutlich, indem die „*Exochilum*-Raupen“ um ein Zehntel kleiner als die gesunden bleiben. Die Schädigung tritt in den Geschlechtern gleichmäßig auf. Aus den Zahlen wird außerdem klar, daß parasitierte weibliche Raupen im allgemeinen größer bleiben als gesunde männliche.

Die Schädigung der Raupen durch infektiöse Erkrankungen ist in manchen Fällen erst während des Kokonstadiums eingetreten, bei anderen schon im Altraupenstadium. Deshalb können für das Altraupenstadium normale Werte neben reduzierten abgelesen werden.

Zwei Tiere, die nach acht Raupenstadien als Vorpuppen starben, erreichten größte Längen von 57 bzw. 78 mm, überschritten also nicht die normale Größe. Sie hatten im vierten Stadium besonders breite Kopfkapseln von 2,9 mm Durchmesser und in der Folge verlangsamtes Wachstum.

(3) Die Länge von 10 Kotballen je Stadium (cm)

6 Stadien	Stadium 4	Stadium 5	Stadium 6	Stadium 7
♂ ges. (n = 6, 10, 10)	1,9/2,0/2,3	2,5/2,9/3,4	3,7/4,4/5,0	
Ex. (5, 12, 14)	2,1	2,7	4,0	
♀ Ex (5, 11, 11)	2,1	3,0	4,6	
7 Stadien				
♂ ges. (14, 23, 24, 25)	1,6/2,0/2,4	1,8/2,4/2,9	3,0/3,3/4,0	4,0/4,7/5,2
Ex. (2, 3, 3, 3)	1,9	2,3	2,9	4,4
kr. (1)		2,0	2,9	4,1

♀ ges. (6, 22, 27, 27)	1,6/2,0/2,3	2,0/2,4/3,1	2,7/3,5/4,5	4,0/5,2/6,3
Ex. (2, 3, 3, 3)	2,1	2,7	3,7	5,1
kr. (18, 18, 16, 12)	2,0	2,5	3,5	5,5

Als improvisierter Größenvergleich wurde die Messung von Kotballen vorgenommen. Aus der gesamten für ein Stadium gesammelten Kotmenge wurden 10 Kotballen, die etwa dem Durchschnitt entsprachen, ausgewählt und aneinandergereiht gemessen. Zur Klassifizierung der Stadien erwies sich die Methode als sehr brauchbar.

Eine Raupe mit acht Fraßstadien hatte folgende Reihe von Kotballenlängen: (3. Stad.) 2,2; 2,3; 3,2; 4,0; 3,7; 5,1 (8. Stad.).

Die mittleren Größen der Kotballen eignen sich ebenso schlecht wie die Kopfkapselgrößen, um bei Freilanduntersuchungen Populationsanalysen nach dem Raupenstadium durch Auswertung der Kotfänge zu machen. Man kann die Methode trotzdem bis zur Verpuppungszeit verwenden, wenn man das Alter der Raupen nicht auf Grund einer Numerierung nach Stadien, sondern nach der Fraßleistung benennen will.

(4) Der Futterverbrauch (cm)

Von verschiedenen Autoren (z. B. Eckstein 1911 und Lebedev und Savenkov 1932) wird angegeben, daß der Nahrungsverbrauch der Raupen vor der Überwinterung wesentlich geringer sei als nachher. Da die Raupen trotz einer Verschiedenheit in der Anzahl der Stadien die gleiche Verpuppungsgröße erreichen können, der Futterverbrauch im Altraupenstadium aber am größten ist, so sind hier auch die schärfsten Unterschiede zwischen den einzelnen Raupengruppen zu erkennen:

	Stadium 4	Stadium 5	Stadium 5	Stadium 7
6 Stadien				
♂ ges. (n = 8, 10)		172/367/504	1520/2014/2462	
Ex. (1, 6, 13)	75	266	1258	
kr. (1)			1250	
♀ Ex. (6, 11)		334	1825	
7 Stadien				
♂ ges. (5, 17, 24, 25)	48/66/109	104/124/159	258/375/534	1476/2076/2750
Ex. (1, 3, 3, 3)	61	110	255	1299
♀ ges. (2, 8, 24, 28)	54/99	92/170/268	255/475/714	2175/3323/5281
Ex. (1, 3, 3)		221	392	1815
kr. (9, 16, 15, 9)	90	172	551	3465

Der Futterverbrauch von männlichen und weiblichen Altraupen steht im Verhältnis von 2:3 zu einander. Auch in den beiden vorhergehenden Stadien ist der Futterverbrauch der Weibchen höher. Im Versuch von 1949 lagen nur 3 von 24 Werten der weiblichen Altraupen unter dem Höchstwert der Männchen von 2750 cm. Der größte Futterverbrauch von 5281 cm Nadellänge wurde in einer normalen Fraßzeit von 17 Tagen erreicht.

Der Futterverbrauch der parasitierten Raupen ist im Vergleich zu gesunden Tieren während des Altraupenstadiums um mehr als ein Drittel verringert. Die Unterschiede der Geschlechter bleiben im Mittelwert im Verhältnis 2:3 erhalten, wenn bei Einzelwerten auch Überschneidungen vorkommen. Die Gruppierung nach sechs und sieben Stadien hat für den Futterverbrauch während der beiden letzten Stadien nur noch formale Bedeutung.

Den Werten für kranke Raupen ist zu entnehmen, daß der Futterverbrauch kranker Raupen noch die normale Höhe erreichen kann, in vielen Fällen aber tiefer liegt. Im Stadium, das dem Absterben vorgeht, ist der Futterverbrauch durchschnittlich normal. Die Raupe, die ein achttes Stadium erreichte, zeigte einen abweichenden Verbrauch von: (Stad. 4) 79; 133; 364; 836; 158 (Stad. 8).

Rechnet man die Nadellänge nach Gewicht um (1 cm : 5 mg), so erhält man für das letzte Fraßstadium einen Nadelverbrauch von

- 16,5 g für gesunde und kranke Weibchen,
- 10,0 g für gesunde Männchen,
- 9,0 g für parasitierte Weibchen,
- 6,25 g für parasitierte und kranke Männchen.

Durch die Parasitierung wird der Nadelverbrauch der Wirtstiere während der letzten beiden Stadien herabgesetzt. Die geringere Größe der parasitierten Tiere ist in erster Linie in einer krankhaft verminderten Fraßleistung begründet. Auf eine Korrektur der Zahl für die kritische Befallsdichte des Wirtes durch Berücksichtigung seiner Parasitierungsanteile wird man zweckmäßigerweise verzichten.

Vom vierten Stadium ab kann man den Nadelverbrauch aus der Tabelle ablesen. Zählt man außerdem für die ersten drei Stadien noch einmal den Futterverbrauch des vierten Stadiums als Ergänzung der Tabelle hinzu, so erhält man für gesunde Männchen einen Nadelverbrauch von 13,5 g, für gesunde Weibchen einen solchen von 20,6 g. Diese Zahlen liegen niedriger als die von Eckstein (1911, S. 110), eher stimmen sie mit denen von Lebedov und Savenkov (1932, S. 98) überein. Da die Versuchsbedingungen jedesmal anders gewählt waren (Freiland, Zimmertemperatur, Thermostat), so ist ein exakter Vergleich nicht möglich.

Die Berechnung von Gößwald (1935, S. 198) nach Zuchten im Thermostaten, daß der Gesamtfraßschaden einer Raupe 17 g Nadeln beträgt, entspricht als Mittelwert genau den Einzelwerten dieses

Futtermersuchs, wenn in den Kiefernspinnerzuchten G ö ß w a l d s das Geschlechterverhältnis von 50 : 50 bestanden hat.

(5) Die Anzahl der Kotballen je Stadium

Diese Zahl ist am leichtesten zu erhalten und deshalb bei jedem Versuch festgelegt worden. Die in den folgenden Tabellen erwähnten Zahlen beziehen sich nur auf die Kotballen, die aus Nadelabbitsen zusammengesetzt sind. Die vor der Verpuppung abgegebenen kleinen braunen Kotballen sind nicht berücksichtigt.

6 Stadien

	Stadium 4	Stadium 5	Stadium 6	Stadium 7
♂ ges.	182/232/315	207/334/483	366/599/790	
(3, 12, 15)				
Ex.	245	340	477	
(1, 8, 14)				
kr.	303	293	450	
(3, 6, 6)				
♀ ges.		257	580	
(1, 1)				
Ex.		305	477	
(6, 11)				
kr.		341	521	
(1, 1)				

7 Stadien

♂ ges.	244/288/322	178/251/388	209/267/342	415/538/663
(5, 17, 24, 25)				
Ex.	278	275	277	447
(1, 4, 4, 5)				
kr.			311	573
(1, 1)				
♀ ges.	188/253	179/244/293	168/286/449	436/575/800
(2, 13, 29, 28)				
Ex.	233	271	208	402
(1, 2, 4, 4)				
kr.	280	274	265	500
(9, 16, 15, 9)				

Die von G ö ß w a l d (1935, S. 187) für die Temperatur von 27° (interpoliert) veröffentlichten Zahlen schließen sich gut an diese Mittelwerte an:

Stad. 1	Stad. 2	Stad. 3	Stad. 4
4 · 48 = 192	4,5 · 47 = 212	6,5 · 42,5 = 276	8 · 37 = 296

In der Gruppe der Raupen mit sechs Fraßstadien erhöht sich die Kotballenzahl auch im fünften und sechsten Stadium, während sie in der Gruppe mit sieben Fraßstadien vor dem Altraupenstadium erst gering abnimmt.

Zwischen den Geschlechtern besteht im Altraupenstadium kein wesentlicher Unterschied in der Anzahl abgegebener Kotballen. Das Ansteigen dieser Anzahl ist mit einer Verlängerung der Dauer der

Stadien verbunden (s. nächster Abschnitt); besonders gilt dies für das Altraupenstadium. Die Gößwaldsche Faustregel, wonach der tägliche Kotfall der Anzahl nach ziemlich unabhängig vom Stadium ist, gilt für aufeinanderfolgende Stadien. Für optimale Temperaturen beitragen die täglichen Kotzahlen:

Stad. 1	Stad. 2	Stad. 3	Stad. 4	Stad. 5	Stad. 6	Stad. 7
49	48	42	33	30	30	32

Am zweckmäßigsten ist demnach, im Herbst auf Grund der Zahlen von Gößwald (erstes bis drittes Stadium), aber unter Einrechnung einer Häutungsperiode in die Dauer der Stadien mit einer Kotzahl von etwa 40 zu arbeiten, im Frühjahr dagegen mit 30, wobei beide Kotzahlen entsprechend der Temperatur zu reduzieren sind.

Für parasitierte Altraupen liegt die Anzahl der Kotballen niedriger als bei gesunden, doch ist die Anzahl nur etwa um ein Viertel verringert. Die Reduzierung um ein ganzes Drittel, wie nach dem vorigen Abschnitt zu erwarten ist, ergibt sich in Kombination mit dem Kotgewicht. Der folgende Vergleich von mittleren Kotgewichten bezieht sich auf je zehn lufttrockene Kotballen, die nach einer zwei Jahre langen Lagerung gewogen wurden.

		Stadium 4	Stadium 5	Stadium 6	Stadium 7
1949:	♂ gesund	3 mg	8 mg	10 mg	64 mg
	♂ parasitiert	3	6	18	50
	♀ gesund	4	11	36	126
	♀ parasitiert		5	17	76 (n = 4 bis 10)

In dieser Tabelle treten starke Unterschiede zwischen den Geschlechtern in Erscheinung. Die Gößwaldschen Angaben (S. 194) über das Gewicht von 1000 Kotballen für jedes Stadium stimmen schlecht mit diesen Ergebnissen überein.

In einem Fall schritt eine Altraupe (1951) unter Verkürzung dieses Stadiums um mehr als die Hälfte der Dauer (nur acht Tage) und unter Abgabe von nur 185 Kotballen zur Verpuppung. Da es sich um eine Raupe mit sechs Fraßstadien handelte, kann dieser Fall als Beispiel für einen Übergang zu nur fünf Raupenstadien betrachtet werden.

(6) Die Dauer der Stadien (Tage)

Wenn man die Tabelle 10 bei Eckstein (1911, S. 81) auswertet, so erhält man folgende Mittelwerte für die Dauer der ersten Raupenstadien:

	Stadium 1	Stadium 2	Stadium 3	Stadium 4
♂	10	8	10	14 Tage
♀	9,5	8,5	10	14 Tage
♂+♀	10	8,5	10	13,5 Tage.

Eckstein gibt auf S. 84 zwar einen mittleren Häutungsabstand an, der meist einen Tag länger ist, als wesentlich ist aber hervorzuheben, daß bei den Jungrauen keine Unterschiede nach dem Geschlecht auftreten. Gößwald (1935, S. 187) führte ähnliche Untersuchungen unter Berücksichtigung der Temperatur aus und fand, daß sich die Dauer der Stadien ständig er-

höhte, bei 27° bis 28° C von vier Tagen für das erste Stadium auf acht Tage für das vierte Stadium ohne Einrechnung der Häutungszeiten. Die folgende Tabelle stellt die Fortsetzung dar, wobei aber ein Stadium erst mit der Häutung als beendet betrachtet wurde (vgl. auch Schwerdtfeger 1936).

	Stadium 4	Stadium 5	Stadium 6	Stadium 7
6 Stadien				
♂ ges.	5/7/8	7/9/15	12/18/25	
(3, 12, 15)				
Ex.	6	10	19	
(1, 8, 15)				
kr.	6/13	8	20	
(2, 5, 6)				
♀ ges. (1)		7	16	
Ex.		10	20	
(6, 11)				
kr. (1)		9	13	
7 Stadien				
♂ ges.	6/8/10	6/9/17	7/10/13	14/17/22
(5, 17, 24, 25)				
Ex.	6	8	9	19
(1, 4, 5, 5)				
kr.	8	13	12	13
(8, 10, 7, 1)				
♀ ges.	7	6/8/17	7/9/18	15/18/22
(1, 13, 28, 24)				
Ex.	8	11	9	21
(1, 3, 4, 4)				
kr.	7/14	8	9	18
(2, 9, 13, 13)				

Aus den Werten für gesunde Tiere folgt, daß die Gruppe mit sechs Raupenstadien die Zeit, die das sechste Stadium der anderen Gruppe andauert, bei der Entwicklung einspart und demnach schneller zur Verpuppung kommt. Innerhalb der beiden Gruppen mit verschiedener Entwicklungsgeschwindigkeit gibt es keine Unterschiede nach dem Geschlecht. Die Protandrie zur Verpuppungszeit erklärt sich vielmehr allein dadurch, daß ein Drittel der Männchen der ersten Gruppe, die gesunden Weibchen dagegen überwiegend der zweiten Gruppe angehören.

Die meisten parasitierten Tiere gehören zur Gruppe mit verkürzter Entwicklungszeit.

Die parasitierten Tiere haben als Altraupen i. D. eine Verlängerung des Stadiums um einen bis drei Tage, sonst verhalten sie sich wie gesunde Tiere.

Vier weibliche Tiere des Jahres 1950 mußten aus der vergleichenden Betrachtung herausgelöst werden, ebenso wiesen 1949 fünf weibliche Raupen extrem lange Zeiten für das letzte Stadium auf. Die wichtigsten Werte seien für diese Altraupen verglichen:

	Tage	Futtermverbrauch	Kotballen
1949:	26/32/38	2175/3258/3992 cm	666/821/1114
1950:	26/32/40	2617/2835/3186 cm	492/577/593

Der Futtermverbrauch war also normal, die Kotballenzahl z. T. stark erhöht. Vergleicht man die Mittelwerte für die Dauer der letzten Stadien der Weibchen: 8 + 9 + 18 mit den notierten Höchstwerten von 17 + 18 + 40, so läßt sich aus einer solchen Kombination die Möglichkeit für eine Verdoppelung der gesamten Raupenzeit ablesen, wie sie für überjährige Raupen vorliegen muß. Die 1949 unter diesen fünf Raupen beobachtete längste Entwicklungsdauer eines Tieres war 17 + 18 + 28 Tage.

(7) Auswertung der Tabellen

Aus den vorhergehenden Tabellen ist deutlich geworden, wie sich Parasitierung und Krankheit auf Entwicklungsgeschwindigkeit, Futtermverbrauch u. a. auswirken können. Dieses Bild muß durch einige Umrechnungen ergänzt werden. Gößwald (1935, S. 194) hat z. B. aus den verschiedenen Kotgewichten auf den Fraßschaden der Raupen (ohne Berücksichtigung von Abbißresten) geschlossen. An Hand meiner Tabellen ist er direkt aus dem Futtermverbrauch zu ermitteln und nach verschiedenen Gesichtspunkten zu unterteilen (Angaben in %):

	Stad. 1—3	Stad. 4	Stad. 5	Stad. 6	Stad. 7	Stad. 8	Gesamt- unter- schied
Gößwald	1,5	2,5	9,9	16,5	31,1	38,5	
6 Stadien							
♂ ges.			(9)	(49)			(—39%)
Ex.			(6)	(31)			(—60%)
♀ Ex.			(8)	(44)			(—45%)
7 Stadien							
♂ ges.	4,5	(3)	5	(9)	76,5	(50)	(—35%)
Ex.	7	(3)	6	(3)	73	(31)	(—57%)
♀ ges.	4	(4)	4	(4)	11,5	(11,5)	(± 0%)
Ex.	7	(4)	8,5	(5)	15	(10)	(—37%)
kr.	4	(4)	4	(4)	12,5	(13)	(+ 5%)

Der Fraßschaden, den Gößwald für ein siebentes und achtes Stadium angegeben hat, ist also nur durch Unterteilung des Anteils für das siebente Stadium errechnet worden. Beim fünften Stadium setzt die für gesunde Tiere ungenaue Gruppierung der Stadien durch Gößwald ein. Unter der Annahme aus Abschnitt (4) für die ersten drei Stadien, welche nach Gößwalds Unterlagen nur einen geringen Fehler bedingen kann, sind die Prozentanteile der einzelnen Stadien am Gesamtfraßschaden der Gesundheitsklasse überprüft worden (Zahlen ohne Klammern). Es zeigt sich noch einmal die Bedeutung

des Altraupenstadiums, die bei parasitierten Tieren etwas geringer ist als bei gesunden. Den scheinbar höheren Futterverbrauch der parasitierten Jungraupen kann man richtig beurteilen, wenn man alle Anteile auf den Futterverbrauch gesunder Weibchen bezieht (Zahlen in Klammern). Bis auf geringe Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Jungraupen tritt die Verminderung des Schadens bei den beiden letzten Stadien parasitierter Tiere hervor, was im wesentlichen den Gesamtunterschied zum Schaden durch gesunde Weibchen bedingt.

Stellt man den Futterverbrauch in Abhängigkeit von der Raupenlänge graphisch dar, so erkennt man schon bei normaler Koordinateneinteilung eine gesetzmäßige Entwicklung, die sich auf einfach-logarithmischem Papier noch deutlicher ergibt; obwohl nur zusammenfassende Einzelwerte für jedes Stadium berücksichtigt wurden, kann man behaupten, daß die Erhöhung des Futterverbrauchs in erster Näherung der Wachstumsfunktion a^x unterliegt. Es bestehen für die Altraupen keine grundsätzlich anderen Verhältnisse wie für die vor-

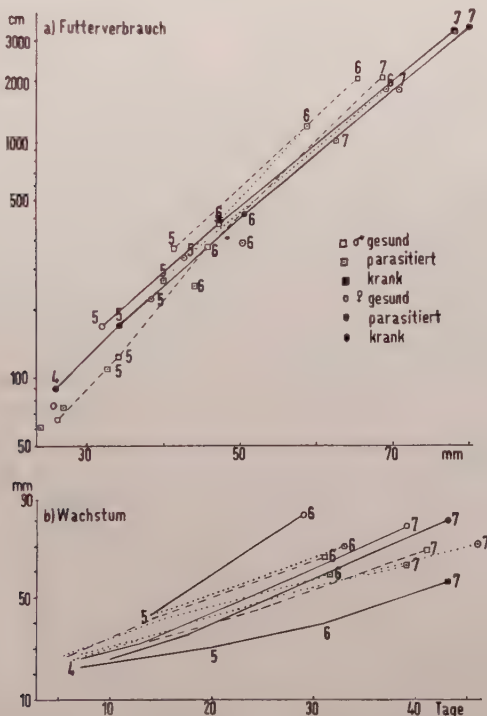


Abb. 4. Die physiologische Auswirkung einiger exogener Faktoren auf die Raupen. Futterverbrauch: cm. Raupenlänge: mm. Versuchsdauer: Tage.

hergehenden Stadien. In Abb. 4 a) sind die Punkte für $n > 5$ durch Polygonzüge miteinander verbunden worden.

Vom fünften Stadium ab verhalten sich die Geschlechter verschieden, die parasitierten Tiere wie die gesunden Tiere gleichen Geschlechts und gleicher Raupengröße. Die Schädigung der parasitierten Tiere liegt im wesentlichen in zurückbleibendem Wachstum. Der Wert a steigt für die männlichen Raupen vom fünften zum sechsten Stadium an. Die Schichtung der Kurven für männliche und weibliche Tiere dreht sich auf diese Weise vom vierten bis zum siebenten Stadium um. Das Ansteigen der Fraßleistung der Weibchen als Altraupen beruht allein auf der überlegenen Raupengröße.

Das resultierende geringere Wachstum der parasitierten Raupen kann noch einmal in Abhängigkeit von der Zeit deutlich gemacht werden.

Hierzu verwendet man wieder am besten die Durchschnittswerte der Tabellen und gleicht damit Fehler von Einzelmessungen aus, die auf verschiedenem Kontraktionszustand der Tiere beruhen. Die Längenmessungen betrafen Tiere mit voller Darmfüllung, weil man den Zeitpunkt der Häutung als den mit geringster Raupenlänge meist verpassen wird. Die Mittelwerte der Tabellen für Raupenlänge und Dauer der Stadien wurden so verwendet, daß als Tag der größten Raupenlänge

- der 1. vor der Häutung des 4. Stadiums,
- der 2. vor der Häutung des 5. Stadiums,
- der 2. vor der Häutung des 6. Stadiums und
- der 3. vor dem Einspinnen der Altraupe angenommen wurde.

Verbindet man die in das normale Koordinatennetz eingetragenen Punkte, so macht man die Annahme, daß das Wachstum der Raupe trotz der zyklischen Beeinflussung während der Häutungen stetig erfolgt.

Die auf Abb. 4 b) dargestellten Kurven zeigen die Gruppierung nach Tieren mit normaler und mit beschleunigter Entwicklung. Die Trennung der beiden Entwicklungsgruppen wird besonders deutlich während des fünften Stadiums. Für die weiblichen Tiere mit sieben Fraßstadien ist aus der Tatsache, daß die Wachstumsgeschwindigkeit während des sechsten und siebenten Stadiums fast gleichbleibt, zu folgern, daß sich das Wachstum nicht unbegrenzt übersteigern kann; für die männlichen Tiere mit beschleunigter Entwicklung erkennt man sogar eine Verlangsamung während des sechsten Stadiums. Ähnlich verhalten sich die parasitierten Raupen mit beschleunigter Entwicklung.

Die parasitierten Tiere mit sieben Fraßstadien wachsen während aller Stadien mit nahezu gleicher Geschwindigkeit, die sich mit 45 mm Zuwachs in 41 Tagen oder 1,1 mm/Tag angeben läßt; sie haben nicht die Fähigkeit zur Steigerung des Wachstums, wie es gesunde Tiere der gleichen Entwicklungsgruppe bis zum Altraupenstadium besitzen. Die Schädigung der parasitierten Weibchen, die sich auf Grund ver-

minderten Wachstums feststellen läßt, setzt nach der fünften Häutung ein, gleichgültig, ob es sich beim sechsten Stadium um das vorletzte oder das Altraupenstadium handelt. Die Wachstumsgeschwindigkeit bei parasitierten Tieren und gesunden Männchen ist bis zur letzten Häutung etwa gleich hoch.

Wie die Wachstumsgeschwindigkeit verringert wird, läßt sich an Verbrauchsnormen überprüfen. Solche Normen stellten Lebedev und Savenkov (1932) für gesunde Tiere auf. Aus den Tabellen von 1949 lassen sich ähnliche Werte errechnen, wenn behelfsmäßige Vergleiche herangezogen werden. So muß an Stelle des Gewichts der Raupen das Volumen als Verhältniszahl gewählt werden. Es ergibt sich dann, daß die von den russischen Autoren gefundenen Konstanten in Wirklichkeit Variable sind, die vom Stadium der Raupen und den Umweltverhältnissen abhängen. Die Nachrechnung an Hand der Tabellen von 1932 ergab z.B. für die Raupe Nr. 8 dieselbe Veränderlichkeit, wenn man nach wöchentlichen Intervallen auswertet. Aus den Tabellen von 1949 ist weiter die Abhängigkeit der Normen vom Geschlecht der Raupen und ihrem Gesundheitszustand zu erkennen — dabei scheint sogar die Ausnutzung des Futters unterschiedlich sein zu können —, doch ist es zweckmäßig, diese hier angedeuteten physiologischen Ergebnisse erst durch weitere Versuche zu bestätigen.

4. Der Fraßverlauf

Die Untersuchung ging von der Annahme aus, daß aus dem Fraßverlauf auf physiologische Prozesse bzw. Störungen der Gesundheit des einzelnen Tieres geschlossen werden könnte.

a) Raupen ohne Parasiten

Für die Tiere, die Falter geliefert hatten, gab das Altraupenstadium die besten Beurteilungsmöglichkeiten. Die Fraßkurve (F) dieses Stadiums ist bei gesunden Tieren mehr oder weniger gleichmäßig geformt, meist mit einer geringen Fraßverminderung in der Mitte des Stadiums, der Gipfel der Kurve dann einmal in der ersten, ein andermal in der zweiten Hälfte des Stadiums gelegen (s. Abb. 5 A a). Kurven dieses Typs wurden nach den Werten von 1949 im ganzen 42mal ermittelt, unabhängig vom Geschlecht der Raupen oder der Anzahl ihrer Fraßstadien, acht Kurven waren abweichend. Davon war eine Kurve stark deformiert (s. Abb. 5 A b), mußte (wegen des hohen Faltergewichts) aber doch als Grenzfall normaler Fraßkurven bezeichnet werden. Von drei Kurven mit Fraßunterbrechungen mußte eine wieder wegen der zugehörigen Enddaten als Grenzfall gewertet werden, für zwei andere konnte wegen der resultierenden geringen Faltergewichte die Auswirkung einer Krankheit schon bei der Altraupe vermutet werden. Von fünf Kurven mit Fraßverzögerungen zu Beginn des letzten Stadiums gehörten nur zwei zu besonders kleinen Weibchen.

Noch weiter erschwert wird eine Beurteilung der Kurven durch den Umstand, daß von elf Tieren, die im Kokon abgestorben waren, noch

sieben als Altraupe einen normalen Fraßverlauf hatten. Es kann deshalb nur in Ausnahmefällen ein Zusammenhang zwischen der Fraßkurve und einer Erkrankung der Raupe angenommen werden, was mit einer i. a. kurzen Inkubationszeit der Infektionskrankheiten zu erklären ist. Genauere Ergebnisse kann nur der Infektionsversuch erbringen.

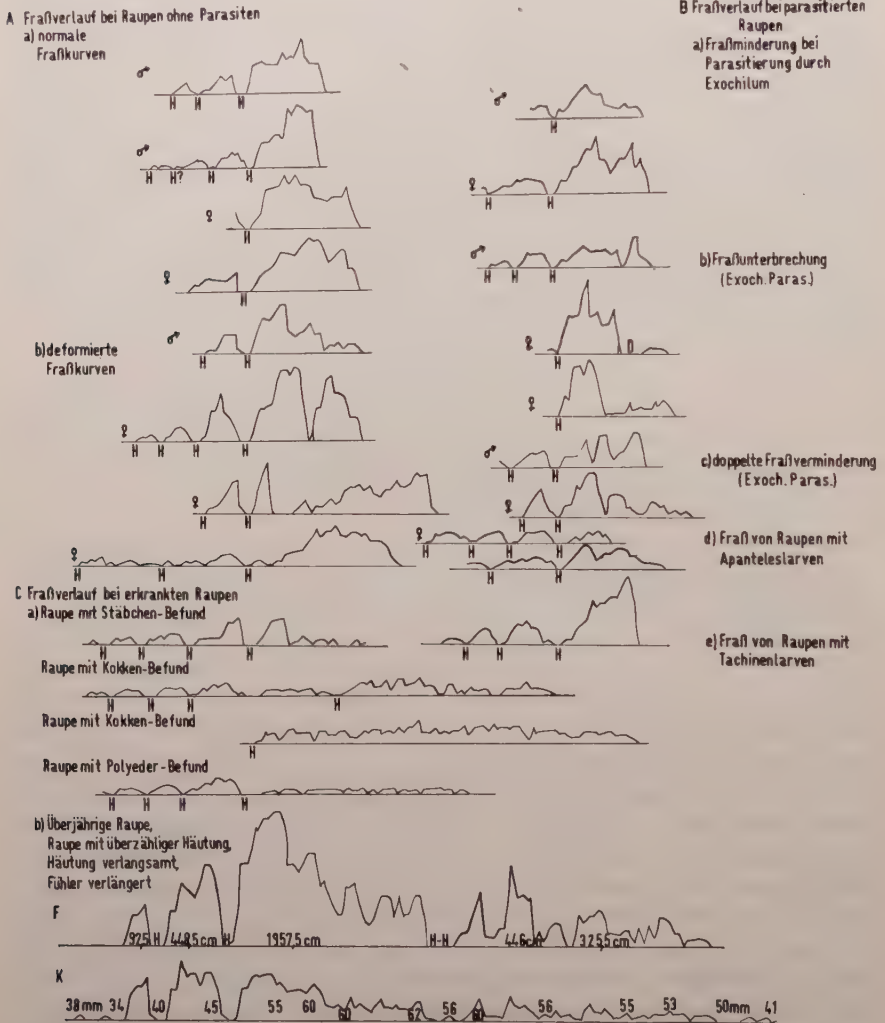


Abb. 5. Der Fraßverlauf.

H Häutung. D Enddarm ausgestülpt. F Fraßkurve.
K Kotfallkurve. — Ordinate: Futterlänge (F); Anzahl der Kotballen (K).
Abszisse: Tage. Raupenlänge: mm. Futterverbrauch: cm.

b) Raupen mit *Exochilum*-Larven

Da die *Exochilum*-Larven z. T. schon in der Altraupe sich weiterentwickeln beginnen, ist hier eine klarere Auswirkung auf den Fraßverlauf zu erwarten. Nach den Kurvenbildern müssen die Raupen in drei Gruppen unterteilt werden.

In der ersten Gruppe ist die Schädigung durch den Parasiten noch unbedeutend, so daß die Kurve dem Normaltyp für gesunde Raupen entspricht. Dies traf für acht Tiere zu.

In der zweiten Gruppe tritt während des letzten Raupenstadiums eine offensichtliche Fraßminderung ein (s. Abb. 5 B a), was bei gesunden Tieren in dieser Deutlichkeit nur als Ausnahmefall zutrifft; hier waren es aber elf Tiere.

In der dritten Gruppe ist die Fraßverminderung zur Fraßunterbrechung verstärkt. Dies traf für sieben Tiere zu (s. Abb. 5 B b).

Als Sonderfälle traten bei zwei Tieren doppelte Verminderungen bzw. Unterbrechungen des Fraßes ein (s. Abb. 5 B c).

Für das einzelne Tier läßt sich deshalb auf Grund des Fraßverlaufs nicht entscheiden, ob es parasitiert ist oder nicht. Statistisch ist aber der Anteil der Grenzfälle bei gesunden Tieren mit einem Sechstel, bei parasitierten Tieren dagegen mit vier Sechsteln von Bedeutung. Diese Vermehrung der Grenzfälle auf das Vierfache kennzeichnet den Zeitpunkt der erhöhten Schädigung des Wirtes durch den Stammparasiten (s. 2. Beitrag dieser Arbeit).

Eine Betrachtung von Kotfallkurven (K) bringt nichts Neues, nur wirkt sich in der Form der Kurven das für aufeinanderfolgende Stadien weitgehende Konstantbleiben der durchschnittlichen Kotzahl aus.

c) Als Raupen sterbende Tiere

Bei diesen Tieren wirkte sich also die Infektionskrankheit schon während der Fraßzeit aus. Es seien hierzu einige charakteristische Beispiele ohne statistische Auswertung gebracht (s. Abb. 5 C a). Für Raupen, in deren Inneren nach dem Absterben nur Kurzstäbchen als Bakterien nachgewiesen werden konnten, ist deutlich die Auswirkung der Krankheit während des letzten Stadiums zu erkennen; bis dahin ist der Fraßverlauf normal. Langsames Absterben von stäbchenkranken Raupen stellt einen Ausnahmefall dar; z. T. sind dann Langstäbchen- oder Mischinfektionen beobachtet worden. Ebenso tritt eine beschleunigte Verpuppung durch Abkürzung des Altraupenstadiums nur als Ausnahme ein. Bei gleichzeitiger *Exochilum*-Parasitierung kann die letzte Fraßperiode der kranken Raupe in zwei Abschnitte geteilt sein.

Für eine Raupe, in der nach dem Absterben allein Kokken gefunden wurden, war abweichender Fraßverlauf schon zwei Stadien vorher

festzustellen, was mit einer schwächeren Pathogenität der Kokken erklärt werden könnte. Übereinstimmend ist der Befund bei einem mit Kokken infizierten Tier, das erst als Vorpuppe abstarb und ein abnorm langes Altraupenstadium hatte.

An Polyeder-Virus erkrankte Raupen kümmernten während des letzten Stadiums vor dem Absterben, nahmen wenig Futter auf und verloren bis zu einem Drittel an Größe.

Hervorzuheben ist, daß sonstige Krankheitssymptome bei den Raupen nicht in übereinstimmender Weise auftraten. Bei der Möglichkeit zu späteren Infektionsversuchen mit isolierten Stämmen könnten im einzelnen noch Unterschiede der physiologischen Auswirkung der Krankheiten erarbeitet werden. Auf Grund der Fütterungsversuche können folgende Krankheits-symptome mit dem Absterben der Tiere in Zusammenhang gebracht werden:

- a) Raupenhaut naß; Raupe blutet aus Rissen der Haut.
- b) Verkürzung der Raupen, Inhalt austrocknend. Blutmenge normal, Darm gesund, aber leer.
- c) Darm z. T. ausgestülpt; Darm aufgelöst (dazu *Exochilum*-Larve); Darm-inhalt schwarz (dazu *Exochilum*-Larve); Mitteldarm verhärtet, prall ge-füllt; am Raupenende geringe Verdickung.
- d) Fraßpausen mit folgenden kleinen, hellbraunen Kotballen; im Vergleich zur Raupenlänge sehr kleine, grüne Kotballen; mehrere braune und hellbraune Kotballen während der Fraßpause.
- e) Kotballen schwarz; schwarz klebrig; zu groß und schmierig; mit langem Fortsatz; grün oder gelb und zerfließend; dunkelbraun; klein, hellbraun, mehrmals kurz vor dem Tod; vierteilige Kotballen neben drei-, zwei- und einteiligen.
- f) Häutung ohne Abstreifen der alten Haut; Tracheen auf hinterer Kör-perhälfte nicht gehäutet, bei Raupen sowohl wie bei Puppen; Kopfkapsel sitzenbleibend bei Häutung.
- g) Vorpuppe ohne Kokon; Kokon nicht weitergesponnen; Hinterleib der Puppe gedehnt.

Eine durch *Exochilum* parasitierte kranke Raupe sonderte schon vier Tage vor der Kokonbildung trotz weiterer normaler Kotabgabe die ersten Spinnfäden ab.

Raupen mit verlängerten Fühlern verhielten sich verschieden: einige hatten normal große und kleine schwarze Kotballen, andere nach der Futteraufnahme normale Kotballen. Die Gruppe dieser Tiere soll nicht in die Diskussion einbezogen werden. Es sei nur an Hand einer Fraßkurve und der zugehörigen Kotzahlkurve für eine überjährige Raupe gezeigt, daß die krankhaft lange Häutung an Stelle der Puppenhäutung erfolgt (s. Abb. 5 C b).

d) Raupen mit schnell abtötenden Parasitenlarven

Abschließend sollen in diesem Absatz die Ergebnisse über den Fraßverlauf bei Raupen mit *Meteorus*-, *Apanteles*- und *Agria*-Larven mitgeteilt werden. Die parasitierten Raupen des Versuches stammten ebenfalls aus dem Freiland. Deshalb kann über die erste Auswirkung der Parasitierung nichts nachgewiesen werden; es ist aber zu ver-

muten, daß die Junglarven der Parasiten nur unbedeutenden physiologischen Einfluß auf den Wirt ausüben.

Meteorus-Larven bohren sich, nach den Vergleichswerten des Fütterungsversuches zu urteilen, aus Kiefernspinner-Raupen aus, die vor der dritten oder vierten Häutung stehen. Die Futteraufnahme und die Kotabgabe der Raupen gehen noch bis zum Tage vor dem Ausbohren der *Meteorus*-Larven weiter und sind weder herabgesetzt noch erhöht, bei Raupen dritten Stadiums mit Tageshöchstwerten von 5/7/9 cm ($n = 3$), bei Raupen vierten Stadiums mit solchen von 10/13/15 cm ($n = 3$) während der letzten Fraßperiode. Dies steht gut im Einklang mit der Beobachtung Ecksteins (1937), daß eine Forleulen-Raupe durch das Ausbohren wenig geschädigt war und die Entwicklung sogar bis zum Falter fortsetzen konnte.

Mit *Apanteles*-Larven besetzte Winterraupen durchliefen z. T. noch erstaunlich viel Häutungen und erreichten Altraupengröße. Die Kopfkapselreihe eines Tieres, das außerdem nur eine größte Länge von 56 mm erreichte, ist 2,5 mm, 2,9 mm, 3,4 mm und 4,1 mm Durchmesser. Demnach scheint die Zahl der Stadien in diesem einen Falle um eines erhöht zu sein, was in mehreren anderen Fällen nicht zutraf. Futteraufnahme und Kotabgabe können bis zum Tod normalen Verlauf zeigen, es kann aber auch schon vorher eine Herabsetzung der Leistungen der Raupen beobachtet werden (s. Abb. 5 B d).

Eine Raupe mit Tachinen-Larve aus dem Versuch 1949 (Abb. 5 B d) zeigte bis zum Ausbohren der Made hohen Futterverbrauch und normales Wachstum; sie hatte sogar die durch einen schwarzen, später weißen Fleck gekennzeichnete Wunde aus dem Winterlager ausgeheilt. Während des letzten Fraßstadiums blutete sie einmal. Bei einer anderen tachinierten Raupe war deutlich Fraß- und Kotverminderung festzustellen; die Kotballen waren klein, braun, rotbraun, braun flüssig, braun klebrig, auch vier Kotballen zusammenhängend; die Raupe war zeitweilig naß. Es ist demnach eine ganze Reihe von Krankheitssymptomen wie bei bakterienkranken Raupen festzustellen, die wieder mit einer Herabsetzung der Leistungen der Raupe verbunden sein können.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die Beobachtung des Fraßverlaufs oder der Kotabgabe zur Bestimmung des Gesundheitszustandes eines einzelnen Tieres nicht ausreicht. Da der Fraßverlauf in einer Gesundheitsklasse bei den einzelnen Tieren unterschiedlich verlaufen kann, bleibt vor einer Klärung der Ursachen nur die statistische Bearbeitung übrig:

5. Innere und äußere Einflüsse zur Verpuppungszeit

Seitdem Eidmann (1937) seine Theorie über die Bevölkerungsbewegung der Insekten entwickelt hat, ist die Diskussion über die

Begriffe „endogene“ und „exogene“ Faktoren des Massenwechsels intensiv geführt worden. Eidmann nennt als „endogen“: die Verminderung des Weibchenanteils und die konstitutionelle Bereitschaft für Erkrankungen und Seuchen, als „exogen“ dagegen: Nahrungsmangel und gegenseitige Behinderung der Stadien des Schädlings und schließlich die Parasiten. Allgemein gesehen sind die als exogen bezeichneten Faktoren als solche nachgewiesen worden, für die endogenen liegt der Fall ungleich schwieriger. Mors (1942) hat in den Nonnenpopulationen des Freilandes vor der Krisis eine Verschlechterung der Konstitution statistisch bewiesen und die Erklärung gegeben, daß diese Verschlechterung endogen verursacht sein müßte. Für alle in der Literatur angeführten Fälle, auch für die durch Franz (1949) zusammengestellten, „bleibt es fraglich, ob innere Gründe oder äußere Umstände das Resultat bedingen“, wie Schwerdtfeger für die bis zum Jahre 1941 vorliegenden Ergebnisse feststellte.

Zur Klärung der Fragestellung müssen die alten Eidmannschen Begriffe abgewandelt werden. Als „endogen“ können nur noch genetische Grundlagen bezeichnet werden (Franz 1949). Unter die „exogenen“ Faktoren fallen dann z. B. die sich im Innern der Tiere auswirkenden bakteriellen oder virösen Infektionen. Latent vorhandene Infektionskrankheiten können vor dem Ausbruch der Seuchen für das durchschnittliche Nachlassen der physiologischen Leistung der Tiere verantwortlich gemacht werden. Deshalb brauchen Krankheit und Verschlechterung der Konstitution nicht endogenen Ursprungs zu sein. Es steht zum mindesten der Beweis noch aus, daß die Leistung ganzer Populationen ohne Mitwirkung von Infektionskrankheiten zurückgehen kann. Die Koppelung der beiden Begriffe Krankheit und Konstitution, wie sie Eidmann vorgenommen hatte, ist schon durch Mors gelöst worden.

(1) Das Geschlechterverhältnis

Um entscheiden zu können, ob die Veränderung des Geschlechterverhältnisses endogen oder exogen verursacht wird, ist vor allen Dingen der Zeitpunkt der Veränderung zu ermitteln.

a) Der Weibchenanteil der Raupen

Brauns (1938) hat für Eiräupchen der Nonne das Verhältnis von 256 ♂ : 281 ♀ : 180 ? (? = unbestimmbar) gefunden und daraus geschlossen, daß zu Beginn der neuen Generation das mechanische Geschlechterverhältnis besteht. Ebenso soll nach Thalenhorst (1953) von Skuhrahy (1952) ermittelt worden sein, daß das Geschlechterverhältnis bei Eiräupchen der Nonne und des Schwammspinners ursprünglich genau 1:1 ist, aber durch Einwirkung verschiedener Mortalitätsfaktoren abgeändert werden kann.

Meine Untersuchungen über den Weibchenanteil setzten erst bei den Jung-raupen des Winterlagers ein. Die Bestimmung des Geschlechts erfolgte wie durch Brauns nach den Keimdrüsen, die i. a. schon nach der äußeren

Form zu unterscheiden sind. Ist dies im Ausnahmefall nicht möglich, so genügt ein Anreißen der gelben, manchmal fast weißen Drüsenhaut; es treten dann beim Hoden vier gleich große Beeren aus, beim Ovar vier parallele, später geschlängelte Keimschläuche.

Zur Übersicht seien einige Summenzahlen über Jungraupen wiedergegeben.

Winter 1950/51	absolute Zahlen				Prozentanteile		
	♂	♀	?	n	♂	♀	?
Dahme + Stülpe	556	605	68	1229	45,3	49,2	5,5
Sachsen-Anhalt + Lausitz	203	214	10	427	47,5	50,2	2,3
Summe:	759	819	78	1656	45,8	49,5	4,7
				♀			= 52 %
				♂ + ♀			

Es ergibt sich ein geringes Überwiegen des Weibchenanteils bis zu 2 %, wenn man den Fehler von 5 % durch unbestimmbare Tiere nicht berücksichtigt. Unter der Annahme eines ursprünglichen Zahlenverhältnisses von 50 : 50 ist wohl nur ein Suchfehler zu folgern, der die kleineren männlichen Winterraupen am stärksten betrifft. Die Bestimmung des Weibchenanteils nach Größenklassen ergibt nämlich schon innerhalb der erstjährigen Winterraupen ähnliche Verhältnisse, wie sie für die Verpuppungszeit seit langem bekannt sind. Dabei sind die Wertefolgen in Abb. 6 a) durch hohes n gesichert: a₁) Tauer, Winter 1949/50, mit n = 1274, a₂) Dahme, Winter 1950/51, mit n = 701 und a₃) Hoher Fläming + Lausitz, Winter 1950/51 mit n = 417.

Abb. 6 zeigt in den übrigen Teilen die Weiterentwicklung während der warmen Jahreszeit, b) für den Hohen Fläming und benachbarte Forstorte 1950 (Westl. Südgebiete), c) für die Lausitz, 1950, d) für den Niederen Fläming, 1950 und 1951. Es ist in allen Landschaften ein langsames Ansteigen des Weibchenanteils von Juni ab festzustellen, weil von den großen Raupen zuerst die Männchen zur Verpuppung schreiten. Dieses Ansteigen des Weibchenanteils der restlichen Raupen wird immer steiler und kann Mitte Juli 80 % erreichen. Von der ersten Juli-Hälfte ab verpuppen sich die restlichen Weibchen, so daß schließlich das Geschlechterverhältnis der überjährigen Raupen erreicht wird. Da die überjährigen Raupen aus allen Größenklassen der erstjährigen Raupen entstehen, liegt ihr Geschlechterverhältnis wieder bei 50 : 50. Einzelwerte sind:

Winter 1949/50, Heiligengrabe	30	♂	:	29	♀	:	5	?
Winter 1950/51, Niederer und Hoher Fläming	21	:	24	:	—			
+ Lausitz	221	:	188	:	2			
Summe 1950/51	242	:	212	:	2			
Winter 1953/54, Fläming + Lausitz	10	:	11	:	—			
Winter 1954/55, Fläming + Lausitz	28	:	27	:	—			

Nimmt man für überjährige Raupen wieder die Unterteilung nach Größenklassen vor, so ergibt sich für die Weibchenanteile die Wertefolge a_1). Die überjährigen Raupen (Fläming + Lausitz, Winter 1950/51, $n = 466$) beginnen deutlich mit Weibchenanteilen weit unter dem Durchschnitt, so daß anzunehmen ist, daß ein beträchtlicher Anteil der

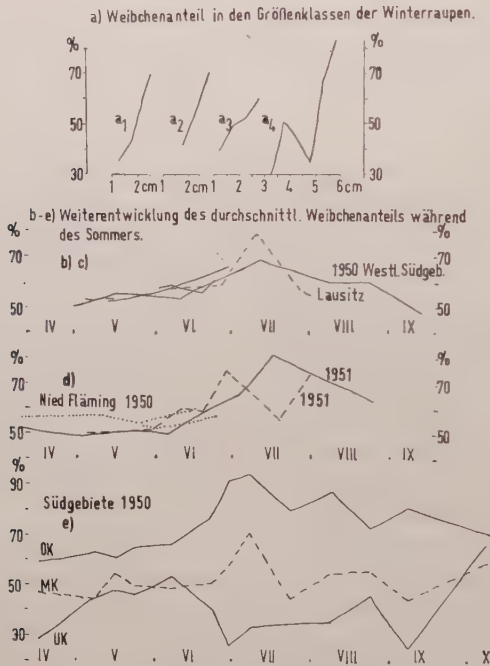


Abb. 6. Der Weibchenanteil.

Raupenlänge: cm. Monate: IV—X. OK, MK, UK: obere, mittlere, untere Größenklasse.

seit Juni zurückgebliebenen Raupen doch durch Wachstum die 3,0-cm-Grenze überschritten hat. In den Mittelklassen wird aber eigenartigerweise der Weibchenanteil geringer (trotz $n = 105$ und $n = 126$) und erst durch den Weibchenüberschuß der größten Klassen wieder ausgeglichen.

Dieses Ergebnis ließ sich durch eine Kontrolle der Entwicklung klären. Teil e) auf Abb. 6 zeigt die Weibchenanteile für die mittlere Größenklasse um den Zentralwert (MK) neben denen für die obere

Klasse (OK) und die untere (UK), berechnet aus Wertefolgen des Jahres 1950. In den Größenklassen der erstjährigen Raupen bleiben zuerst die Winterverhältnisse erhalten. Zur Verpuppungszeit werden die mittlere und untere Klasse gleichwertig, während die obere Klasse den Weibchenüberschuß steigert, da die Männchen ausscheiden. Bis Ende Juli sind alle verpuppungsbereiten Weibchen in die mittlere und obere Klasse aufgerückt, in der unteren Klasse bleiben überwiegend Männchen zurück. Damit wird die normale Stufung der Weibchenanteile wieder erreicht, geht aber vor der zweiten Überwinterung aufs neue verloren (Wiederholung 1950 und 1951) und führt zum Bild a_4). Da das Wachstum bei den überjährig werdenden Raupen im Herbst sehr langsam erfolgt, müßte die Erklärung im ungleichmäßigen Absterben der beiden Geschlechter innerhalb der einzelnen Größenklassen der Altraupen gesucht werden. Ein solcher Erklärungsversuch macht zusammen mit dem im vorigen Absatz gegebenen eine neue, genauere Untersuchung an überjährig werdenden Raupen notwendig.

Aus der Tatsache, daß das Geschlechterverhältnis von Raupen des ersten wie des zweiten Winterlagers bei 50 : 50 liegt, ist zu schließen, daß endogene Ursachen beim Kiefernspinner nicht an einer Veränderung des Weibchenanteils beteiligt sind. Die zur Verpuppungszeit der einjährigen Raupen normale starke Differenzierung des Altraupen- und Puppenstadiums als vorwiegend männlich oder weiblich läßt dagegen deutlich werden, daß in Krisenjahren gleichzeitig auftretende exogene Einflüsse (wie hohe Tachinierung) Männchen und Weibchen zu unterschiedlichen Teilen vernichten können, je nachdem ob z. B. zu Beginn der Kokonperiode das Altraupenstadium (Resultat: mehr Männchen überlebend) oder das Puppenstadium (Resultat: mehr Weibchen überlebend) stärker erfaßt wird.

b) Der Weibchenanteil der Puppen

Ohne zunächst an die Analyse der einzelnen Faktoren zu gehen, wurde die bis zum Ablauf der Flugzeit erreichte Verschiebung des Geschlechterverhältnisses registriert, einmal am gesamten Material (gesunde + kranke + parasitierte Puppen), zum andern nur an gesunden Puppen (Falter geschlüpft). Bei fast 40 Einzeluntersuchungen an insgesamt etwa 20 000 Puppen wurden meist nur unbedeutende Veränderungen des Weibchenanteils ausgezählt. Geringe Weibchenanteile von 42 % und hohe von 67 % bildeten Ausnahmen. Irgendwelche allgemeinen Gesetzmäßigkeiten, insbesondere Beziehungen zum Gradationsalter der Befallsgebiete und Landschaften, ließen sich nicht ableiten, die Entwicklungstendenz war z. T. gegensätzlich. Ein Rückgang des Anteils gesunder ♀-Puppen war von 1946 bis 1948 in der Prignitz festzustellen, von 1948 bis 1949 für die mecklenburgischen Gebiete westlich der Prignitz, sowie für den Hohen Fläming und die Lausitz.

Während die ♀-Anteile in den beiden letztgenannten Landschaften im Jahre 1950 noch weiter zurückgingen, pendelten sie im Niederen Fläming um Werte von 50 % herum. Ein Ansteigen der ♀-Anteile erfolgte 1948 bis 1949 in der Altmark und im Niederen Fläming. Schließlich schwankte die Höhe der Weibchenanteile auch in benachbarten Forstorten ganz erheblich. Differenzen von 15 % bis 26 % in benachbarten Forstämtern beweisen, daß in jedem Forstort andere Verhältnisse vorliegen und daß es nur standörtliche Einflüsse sein können, die die Veränderung des Geschlechterverhältnisses verursachen. Konkret zu nennende Möglichkeiten sind 1. verfrühter oder verzögerter Tachinenflug (vgl. Lebedev und Savenkov 1930, S. 160: bis zum 27. Juni unter den Tieren im Kokon nur ein Weibchenanteil von 23,3%), 2. ein verschieden langes Anhalten der stärksten Tachinierung, 3. ein im Zeitpunkt und in der Stärke wechselndes Auftreten der einzelnen Dipteren, z. B. der Arten, die Kokons mit Eiern belegen können. Schließlich muß ein standörtlich abweichendes Auftreten der Infektionskrankheiten angenommen werden. Die Schlupfwespen haben dagegen keine Bedeutung für die Veränderung des Geschlechterverhältnisses, wie später dargelegt wird.

Es widerspricht deshalb auch kein in der Literatur zu findendes Ergebnis diesem allgemeinen: z. B. Kramlinger (1913) i. D. 3 ♂ : 5 ♀, Lebedev und Savenkov (1930) 48,7 % ♂ : 51,3 % ♀ sowie Rudelt (1935) und Schwerdtfeger (1936) 1:1 für Malterhausen 1934 und 1935. Das Ergebnis von Altum (1890, S. 402/403) ist leider nicht zu verwerten, da die Bestimmung des Geschlechts der Puppen nach der Größe des Kokons viel zu ungenau ist, noch dazu bei einem Vergleich von Befallsflächen verschiedenen Alters und verschiedener Bonität.

Die Änderungen des Weibchenanteils während der Puppenruhe, die sich durch Vergleich der Werte aus dem gesamten Puppen-Material mit denen über die geschlüpften Falter erkennen lassen, waren im Durchschnitt nur unbedeutend und ließen keine Folgerungen zu.

(2) Die Auswirkung von Tachinierung und Infektionskrankheiten

Über die beiden Faktoren, die die Veränderung des Weibchenanteils verursachen, kann man einen Nachweis durch Auszählen der toten Vorpuppen und der ausgefaulten Puppen führen. Hierbei sind die von Tachinen ausgefressenen Vorpuppen und Puppen einzurechnen. Da beide Faktoren schon viele Altraupen zum Absterben bringen, stellt die Abtötung der Stadien im Kokon nur noch eine Teilwirkung dar.

Aus dem Jahre 1946 lagen 181 Kokons aus Neuendorf vor, die zu 3 % tote Vorpuppen und zu 8 % ausgefaulte Puppen enthielten. Die weiteren Werte aus den Jahren 1948 und 1949 sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Der letzte Wert wurde 1951 für Dahme-Welsickendorf an 1490 Kokons mit 18 % toten Vorpuppen und 53 % ausgefaulten Puppen ermittelt.

Forstort	n	Abgänge (‰) im Jahre 1948		Summe (‰)	n	Abgänge (‰) im Jahre 1949		Summe (‰)
		Vor- puppen	ausge- faulte Puppen			Vor- puppen	ausge- faulte Puppen	
Neu					373	18	29	47
Leu	119	6	16	22	798	11	15	26
Lu					565	12	23	35
Per 1)					568	5	36	41
2)					791	4	30	34
Hl	60	5	12	17				
Wi	100	1	13	14				
i. D.		4	14	18		10	27	37
Prignitz	318	10	15	25	593	20	38	58
Ndf	242	7	22	29				
Ngl	148	18	31	49				
i. D.		12	23	34		20	38	58
Ru	147	3	12	15				
Rei					692	21	23	44
i. D.		3	12	15		21	23	44
Len					1049	3	26	29
Ost					2058	6	20	26
Kl					1961	8	22	30
Jä	400	3	15	18				
Le	340	2	14	16				
Ko + St	405	3	4	7	2159	5	15	20
i. D.		3	11	14		6	21	26
Schw	140	4	7	11	680	14	30	44
Ne	150	2	6	8				
Wie	210	6	18	24				
Ra	200	3	2	5				
Hu	200	2	2	4	744	8	33	41
Co	300	2	3	5				
i. D.		3	6	10		11	32	43
Gl					275	7	22	29
Da + Stü	100	5	2	7	1426	8	13	21
i. D.		5	2	7		8	18	25
Sp					686	17	18	35
Lr	300	6	15	21				
Ddf	100	4	9	13				
i. D.		5	12	17		17	18	35

Zur Erläuterung dieser Tabelle ist eine Liste der Namen und Abkürzungen derjenigen Forstorte beigelegt, aus denen Kiefernspinner-Einsendungen untersucht worden sind (vgl. Abb. 1).

Nordgebiete:

Neu	Neuhaus/Elbe
Leu	Leußow
Lu	Ludwigslust
Ka	Kaliß
Pa	Parchim

Südgebiete:

Br	Brandenburg
Je	Jerichow
Mb	Magdeburg
Bg	Burg
Mf	Magdeburgerforth

Ma	Malchin	Schw	Schweinitz
Per	Perleberg	Ne	Nedlitz
Ha	Havelberg	Zb	Zerbst
Hl	Heiligengrabe	Stb	Steckby
Wi	Wittstock	Lh	Lehnin
Ky	Kyritz	Wie	Wiesenburg
Ndf	Neuendorf	Ra	Rabenstein
Ngl	Neuglienicke	Hu	Hundeluft
Ndo	Neustadt/Dosse	Co	Coswig
Ze	Zechlin	Wtt	Wittenberg
Ru	Ruppin	Bi	Bitterfeld
Kr	Kremmen	De	Delitzsch
Rü	Rüthnick	To	Torgau
Rei	Reiersdorf/Schorfheide	Lk	Luckenwalde
Er	Erkner	Gl	Glücksburg
Len	Lenzen	We	Welsickendorf
(Ga	Gartow)	Hk	Hohenkühnsdorf
Sa	Salzwedel	Stü	Stülpe
Ost	Osterburg	Pet	Petkus
Kl	Klötze	Da	Dahme
St	Stendal	Ho	Hohenbucko
Glg	Gardelegen	Dr	Drehna
Jä	Jävenitz	Lw	Liebenwerda
Le	Letzlingen	Gh	Grünhaus
Hlb	Haldensleben	Sp	Spremberg (+ Jessen)
Bu	Burgstall	Pr	Preschen
Pl	Planken	Gu	Guben
Ko	Colbitz	Tau	Tauer (+ Peitz)
		Str	Straupitz
		Lr	Lieberose
		Nz	Neuzelle
		Ddf	Dammendorf
		Fr	Friedland

Ganz im Gegensatz zu den Werten über das Geschlechterverhältnis läßt sich für die Werte über die Vernichtungsanteile sofort eine Abhängigkeit vom Gradationsalter erkennen. Die Einzelwerte können wieder voneinander abweichen, aber die Durchschnittswerte steigen von Jahr zu Jahr an, gleichgültig ob man die Anteile der toten Vorpuppen, der ausgefaulten Puppen oder den Summenwert betrachtet. Die Prignitz hat als ältestes Gradationsgebiet im Jahre 1948 und im Jahre 1949 die höchsten Werte, das Restgebiet im Niederen Fläming erreichte 1951 eindeutig das Maximum. Allgemein steigen die Werte von Jahr zu Jahr etwa um das Doppelte an. Für die Prignitz und das Restgebiet sind die Reihen:

an toten Vorpuppen:	3, ?, 12, 20 %	5, 8, ?, 18 %
an ausgefaulten Puppen:	8, ?, 23, 38 %	2, 18, ?, 53 %
Summenzeile:	11, ?, 34, 58 %	7, 25, ?, 81 %

Da die Werte für die Prignitz durch Suchen auf Randflächen noch ein Jahr nach der Krisis fortgesetzt werden konnten, sind für die

Krisenjahre beider Gebiete die Werte 12 und 18, 23 und 53, 34 und 81 zu vergleichen. Dies zeigt, wie stark die Vernichtungswerte in den Südgebieten überhöht sind.

Schwerdtfeger (1936) hat 1934 in Malterhausen von den Tieren in Kokons 12% unvollkommen verpuppt und 5% tot gefunden. Die Angabe, daß 20% der Puppen parasitiert waren, kann sich neben den Dipteren auch auf *Erochilum* beziehen. 1935 kam keine unvollkommene Verpuppung vor, dagegen waren 10% der Puppen abgestorben und 43% tachiniert, zusammen also 53% vernichtet.

Da von den Altraupenstadien bis zu 100% vernichtet werden können, von den Stadien im Kokon aber bis zu 81%, tritt der überragende Vernichtungsfaktor der Tachinierung und Infektionskrankheiten in seiner Bedeutung klar hervor. Ein endogener Faktor, der das Geschlechterverhältnis noch beeinflussen sollte, müßte eine Wirkung in der gleichen Größenordnung haben. Ein endogener Faktor solcher Bedeutung wäre bei der Untersuchung aber nicht übersehen worden.

Die Tachinierung hatte auch die mit Hymenopterenlarven besetzten Puppen ergriffen. Dieser Anteil ist in die obige Tabelle einbezogen worden.

(3) Die Größe gesunder, kranker und parasitierter Puppen

Fast als selbstverständlich wird z. Z. angenommen, daß eine Verringerung der durchschnittlichen Puppengröße zur Krisenzeit nur endogen verursacht sein kann. Mors hat außerdem bewiesen, daß die Leistung kleiner und großer ♀-Falter vom Gradationsalter abhängig ist (1942). Beim Kiefernspinner liegen für beide Fragen bisher nur Einzelergebnisse vor (z. B. Rudelt 1935).

Die Untersuchungsmethode war während der letzten Kiefernspinner-Gradation nicht in allen Jahren einheitlich, außerdem wurde das Problem nicht in seinem ganzen Umfang behandelt. So wurde in den ersten Jahren nur nach der Länge der Kokons (ähnlich Altum 1890), in den letzten Jahren nach dem Puppenhülsendurchmesser beurteilt. Die Mittelwerte sind auf Abb. 7a) dargestellt. Sie zeigen eine gebietsmäßige Abhängigkeit der Puppengröße. 1949 lieferten die Puppen aus den westlichen Nordgebieten niedrige Werte, innerhalb des Nordriegels stiegen die Größen bis zu Höchstwerten in der Schorfheide an. Mit niedrigen Werten fallen die beiden Eckpunkte Colbitz-Stendal und Spremberg auf. Die Kurvenschar überzeugt davon, daß eine Gesetzmäßigkeit vorliegt, sie beweist aber auch, daß die Größe der Puppen nicht vom Gradationsalter der Gebiete (d. h. dem zeitlichen Abstand von der Krisis) abhängt, da niedrige und hohe Werte in den Nord- und Südgebieten gleichzeitig vorkommen können. Die wenigen Ergebnisse von 1946, 1950 und 1951 lassen eine Veränderlichkeit von Jahr zu Jahr behaupten, ein Absinken der Werte

ist für die Prignitz und Dahme zu schließen, für Leußow aber in drei Jahren nicht eingetreten. Bis zu nochmaligen Untersuchungen auf standörtlicher Basis kann eine Entscheidung nicht getroffen werden.

Aufschlußreich ist die Unterteilung der Ergebnisse. Die Weibchen haben durchschnittlich größere Puppen als die Männchen. Innerhalb der Geschlechter sind die gesunden Puppen i. D. am größten, etwas kleiner die ausgefaulten oder von Tachinen verlassenen. Den geringsten Puppenhülsemdurchmesser haben die mit *Exochilum* besetzten

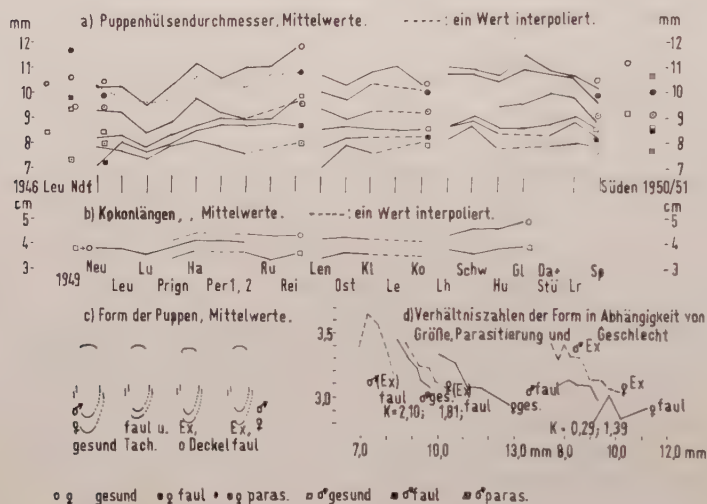


Abb. 7. Größe und Form der Puppen.

Puppen; wegen der gestreckten Form der parasitierten Puppen ist das Gewicht von parasitierten Puppen aber größer als das Gewicht gesunder Puppen gleichen Durchmessers; dies hebt also die im Schaubild auftretende Differenz etwas auf. Rudelt (1935) hat 80 Puppen aus Malterhausen (1934) nach dem Gewicht sortiert und fand in der Klasse der kleinsten Puppen von 1,1 g mittlerem Gewicht die höchste Parasitierung. Die Klassen von 2,6 g und 3,0 g mittlerem Puppengewicht waren dagegen frei von Parasiten.

Weiter ist aus dem Teil b) abzulesen, daß die Kurve der Kokonlängen nicht immer gleichsinnig zu der der Hülsemdurchmesser verläuft (z. B. Lehnin, Schweinitz, Hundeluft). Man kann also die Puppengröße nicht sicher nach der durchschnittlichen Kokonlänge beurteilen, wie es ohne Nachprüfung selbstverständlich zu sein scheint. Die Krisengebiete ließen sich nach der mittleren Kokonlänge (cm) aller Puppen (♂ + ♀; gesund + para-

sitiert + krank) und Vorpuppen ebenso wenig erkennen wie nach dem Hülsendurchmesser. Auf eine Wiedergabe aller Wertereihen wird deshalb verzichtet.

Die von Altum (1890) angewandte Methode, das Geschlecht der Puppen nach der Größe der Kokons zu bestimmen, wurde z. B. durch Vergleich der Kokonlänge von Puppen gleichen Geschlechts an sehr umfangreichem Material überprüft: für 1948 wurden 3651 Kokons, für 1949 weitere 2421 Kokons dafür herangezogen. Auch in benachbarten Forstämtern ist eine sichere Bestimmung mit der Schnellmethode nicht möglich, wie ein Beispiel zeigen soll:

1948	♂	♀	
Prignitz	3,6 cm	4,1 cm	(n = 256)
Neuglienicke	3,4 cm	3,8 cm	148
Neuendorf	3,55 cm	4,0 cm	240
Heiligengrabe	3,7 cm	4,1 cm	60
Neuruppin + Wittstock	3,85 cm	4,35 cm	242

Für Neuglienicke müssen also die Kokonlängen ab 3,6 cm schon weiblichen Tieren zugeordnet werden, für Heiligengrabe aber die bis 3,9 cm noch männlichen Tieren, für Neuruppin und Wittstock liegt sogar der Mittelwert für die Männchen über dem der Weibchen von Neuglienicke.

Die ersten Zahlen über das Verhältnis von durchschnittlicher Kokonlänge zu durchschnittlichem Puppendurchmesser sind:

	Faktor bei ♂	Faktor bei ♀
1946 Neuendorf (Freiland)	4,1	4,1
Neuendorf + Leußow (Institut)	4,6	4,6
1947 Zuchten im Institut	4,7	4,5
1948 Leußow (Freiland)	3,7	3,9

Es ist der ausschlaggebende Einfluß der Umweltbedingungen auf die Größe des Gespinstes zu erkennen. Im Freiland schwankte 1949 der Faktor bei ♂ von 3,5 (Colbitz), 3,7 (Reiersdorf, Jerichow) bis 4,3 (Havelberg, Perleberg, Klötze, Wolmirstedt, Burgstall, Lehnin), 4,5 (Stendal, Hundeluft) und 4,7 (Glücksburg-Mügeln). Bei ♀ schwankte der Faktor zwischen 3,6 (Reiersdorf), 3,7 (Colbitz) bis 4,2 (Perleberg, Rabenstein) und 4,3 (Burgstall, Hundeluft). Aus dieser teilweisen Wiedergabe der Ergebnisse ist zu ersehen, daß die Reihen für ♂ und ♀ nicht streng korreliert sind. Es bleibt also nichts weiter übrig, als die Anwendung der Methode Altums abzulehnen.

Nach den Ergebnissen dieses Kapitels ist hervorzuheben, daß eine Veränderung der durchschnittlichen Puppengröße in den gleichen Gesundheitsklassen nicht mit Sicherheit vom Gradationsalter abhängig ist, daß dagegen die gebietsmäßigen Unterschiede, manchmal schon die standörtlichen, viel bedeutender sein können. Da der Anteil kranker und parasitierter Tiere mit dem Gradationsalter steigt, geht die durchschnittliche Größe aller Puppen zurück. Mit der Häufigkeit des Schädling fällt an umfangreichem Untersuchungsmaterial das Vorkommen besonders kleiner, aber auch besonders großer Tiere stärker auf. Damit soll jedoch nicht die Verringerung der Puppengröße infolge von latent vorhandenen Infektionskrankheiten bestritten werden.

(4) Die Form der Puppen

Betrachtet man gesunde, faule und von *Exochilum* verlassene Kiefernspinner-Puppen, so fällt die langgestreckte Form der letzteren auf.

An Freilandpuppen wurde 1950 ein Größenvergleich durch Messung der Länge und Breite durchgeführt. Die Ungenauigkeit der Längenmessung bei schon verlassenen Hülseu fiel wegen der großen Längenwerte nicht ins Gewicht. Die Höhe des Deckels, den *Exochilum* von der Puppenhülse absprengt, beträgt 1 mm bis 2 mm und müßte zur Länge hinzugezählt werden. Zum Vergleich sind noch Puppen vermessen worden, in denen *Exochilum* abgestorben war. Außer der graphischen Darstellung der Mittelwerte (Abb. 7 c) werden auch die Tabellen wiedergegeben. Die Zahl n ist immer 50 mit Ausnahme von n = 25 für die Puppen mit totem *Exochilum*.

Puppen	Länge (mm)	Durchmesser (mm)	Verhältniszahl
♂ 1. gesund	24,5/29,32/34,7	8,0/ 9,06/10,1	3,23 : 1
2. faul u. Tach.	20,8/26,35/30,9	7,5/ 8,57/10,0	3,07 : 1
3. Ex., o. Deckel	22,2/26,77/32,0	7,2/ 7,99/ 8,8	3,35 : 1
4. Ex. faul	20,4/26,18/29,7	6,6/ 7,61/ 8,4	3,44 : 1
♀ 1. gesund	28,1/35,24/42,4	9,7/11,24/13,3	3,13 : 1
2. faul u. Tach.	23,5/29,63/38,5	8,4/10,18/12,1	2,91 : 1
3. Ex., o. Deckel	26,1/29,54/34,8	7,1/ 9,45/11,6	3,12 : 1
4. Ex. faul	27,1/31,79/37,1	8,3/ 9,58/10,3	3,31 : 1

Aus den Verhältniszahlen für die mittlere Länge zum mittleren Durchmesser ist die besonders gedrungene Form der ausgefaulten oder von Tachinen verlassenen Puppen abzulesen; die schlanke Form der *Exochilum*-besetzten Puppen ist am besten aus den Verhältniszahlen für die abgestorbenen Puppen 4) zu erkennen. Außerdem sieht man, daß die Männchen in jeder Gesundheitsklasse i. D. schlankere Puppen haben als die Weibchen.

Die kleinsten und größten Verhältniszahlen für einzelne Männchen und Weibchen waren:

2,45 : 1	für ♀ faul	mit Hülsendurchmesser	10,1 mm
2,56 : 1	für ♂ faul	mit Hülsendurchmesser	8,5 mm
4,01 : 1	für ♂ gesund	mit Hülsendurchmesser	8,2 mm
	für ♂ Ex	mit Hülsendurchmesser	7,2 mm
4,21 : 1	für ♀ Ex	mit Hülsendurchmesser	7,1 mm

Wenn man die Puppenwerte nach dem Hülsendurchmesser ordnet und danach jeweils ein Fünftel (also 5, meist 10 Puppen) zur Bildung einer mittleren Verhältniszahl zusammenfaßt, so zeigt sich außerdem, daß die kleinen Puppen in jeder Gesundheitsklasse und für jedes Geschlecht i. D. schlanker sind als die großen (Abb. 7 d). Die Reihenfolge der Einzelwerte konnte erhebliche Abweichungen von der Reihenfolge der Mittelwerte aufweisen.

Trotzdem läßt sich aus Abb. 7 d) erkennen, daß die Folgen der Mittelwerte für gesunde Männchen und gesunde Weibchen getrennt voneinander verlaufen: bei Puppen von 10 mm Hülsendurchmesser sind

sogar die schlankeren Puppen trotz der Durchschnittszahlen der Tabelle weiblich (♀ ges.), die plumperen männlich (♂ ges.). Wesentlich anders wird dies bei Tieren (♂ Ex, ♀ Ex), die *Exochilum*-Larven beherbergen: hier gehen die Wertefolgen ohne Sprungstellen ineinander über. Da die Wertefolgen der gesunden Tiere i. D. einen mittleren Fehler von $\pm 0,091$, die der parasitierten Tiere aber nur von $\pm 0,068$ haben, ist dieses Ergebnis hinreichend gesichert: die Sicherheitskoeffizienten für die Übergangs-Mittelwerte von ♂ zu ♀ sind 1,81 (ges.) und 0,29 (Ex). Man kann für parasitierte Tiere behaupten, daß auf Grund der Fraßleistung der Raupe das Volumen der Puppe noch durch das Geschlecht des Wirtes bestimmt wird, daß dagegen während der Verpuppung des Wirtes infolge der Anwesenheit des Parasiten eine Neutralisierung des Geschlechts eintritt, die sich auf die Formgebung der Puppe auswirkt. Ähnlich verhalten sich die Kurven für faule und tachinierte Puppen (♂ faul, ♀ faul) bei mittleren Fehlern von $\pm 0,081$ i. D.

Auffällig ist dagegen, daß die Summierung beider Einflüsse wieder zu einem scharfen Sprung zwischen den Wertefolgen für Männchen und Weibchen führt (♂ [Ex] faul, ♀ [Ex] faul). Bei genauerer Kontrolle muß dieses letzte Ergebnis als ein zufälliges bezeichnet werden, da nur für die Weibchen der mittlere Fehler mit $\pm 0,075$ gering bleibt, für die Männchen aber mit $\pm 0,114$ und der Unregelmäßigkeit in der Folge der fünf Mittelwerte (aus nur je fünf Einzelwerten) keine Aussage zuläßt.

Jedenfalls hat sich aus dieser Studie ergeben, daß im Innern des Wirtes lokalisierte exogene Faktoren, wie Parasitierung und Krankheit, Auswirkungen auf die Entwicklung des Wirtes haben, die man ohne Kenntnis der Ursachen irrtümlich auf endogene Faktoren zurückführen würde.

6. Daten über die Entwicklung im Kokon, über Falter und Eizahlen

Aus dem Vergleichsversuch von 1949 mit Zuchten im Thermostaten seien die letzten Werte nachgetragen.

(1) Vorpuppe und Puppe

Die Zeit vom Beginn des Einspinnens bis zur letzten Häutung konnte als weitgehend konstant ermittelt werden:

♂ ges.	2/2,9/4 Tage (n = 21)	♀ ges.	2/2,8/4 Tage (n = 24)
Ex.	3/3,2/4 Tage (n = 6)	Ex.	2/2,9/3 Tage (n = 8)
kr.	2/3,2/5 Tage (n = 6)	kr.	2/3 Tage (n = 2)

Sofern eine Erkrankung nicht schon zur Abtötung der Vorpuppe führt, dauert das Vorpuppenstadium bei 26° bis 28° i. D. 2,9 Tage; dies Ergebnis paßt sich der Reihe von Kojima und Schwerdtfeger ein, die sie für die Temperaturabhängigkeit der Entwicklungsdauer

im Vorpuppenstadium gegeben haben. Die für parasitierte Tiere auftretenden Abweichungen vom Mittelwert sind nur gering, die für kranke Tiere ebenfalls. Unterschiede zwischen den Geschlechtern liegen nicht vor, da die Auswertung der Tabelle 10 bei Eckstein (1911) zum Vergleich bei tiefer Temperatur liefert: ♂ 4,6 : ♀ 4,8 : ♀ 4,8 Tage.

Die Falter erschienen in folgendem Zeitabstand nach dem Einspinnen der Altraupe:

♂ ges.	17/18,7/20 Tage (n = 37)	♀ ges.	17/18,4/20 Tage (n = 28)
		♀ 1950	19/25,5/32 Tage (n = 4)

Die mittlere Puppenzeit dauert danach $18,6 - 2,9 = 15,7$ Tage. Dieser Wert entspricht der Formel von Schwerdtfeger (1936), aber nicht der von Kojima. Nach einem Tage ist die Puppe bereits normal chitinisiert.

Bei kranken Tieren ohne Parasiten, die als Puppe starben, wurde das Steifwerden der Puppe nach

♂ kr.	21/25/30 Tagen (n = 5)	♀ kr.	3/8 Tagen (n = 2)
-------	------------------------	-------	-------------------

erreicht. Auch hier sind also bei zwei Weibchen besonders kurze Abtötungszeiten festzustellen. Die Krankheit war bei diesen Tieren beim Einspinnen schon so weit vorgeschritten, daß gerade noch die Häutung überstanden wurde (vgl. ♂ + ♀ [Ex.] 1950).

Die Abweichungen der Zahlen von 1950 von den sonstigen Mittelwerten sind auf Krankheitseinflüsse zurückzuführen, zumal die Zuchten nur in Ausnahmefällen Falter geliefert haben und diese Tiere während der Raupenstadien ein vom Normalen stark abweichendes Verhalten zeigten, z. B. eine mittlere Altraupenzeit von 32 Tagen und eine Altraupenlänge von i. D. nur 70 mm. Die Entwicklungsverzögerung setzte sich also mit einer Puppenzeit von i. D. 25,5 Tagen (♀ 1950) auch noch im Puppenstadium fort.

Bei den parasitierten Tieren mußten mehrere Zeitabschnitte verglichen werden. Vom Einspinnen bis zum Steifwerden der parasitierten Puppen dauerte es:

♂ (Ex.)	15/27/43 Tage (n = 16)	♀ (Ex.)	17/30/39 Tage (n = 11)
		♂ + ♀ (Ex.) 1950	5/ 7/ 9 Tage (n = 3)

Die durchschnittliche Vorpuppenzeit von 3 Tagen abgerechnet, lebt die parasitierte Puppe also noch 12 bis 40 Tage. Diese großen Unterschiede der Extremwerte werden verständlich, wenn man bedenkt, daß die *Exochilum*-Larven als drittes Stadium von sehr geringer oder sehr weiter Entwicklung, manchmal schon als viertes Stadium in das Puppenstadium des Wirtes übernommen werden (vgl. 2. Beitrag dieser Arbeit).

Infolge der krankhaften Verlängerung der Altraupenzeit (s. oben) hatten die *Exochilum*-Larven ihr Wachstum schon weit vorangetrieben und deshalb die Abtötung der Puppen im Extremfall zwei Tage nach der Puppenhäutung erreichen können. Der Grund dafür, daß diese parasitierten Tiere überhaupt noch Wespen lieferten, liegt darin, daß sie erst während des Altraupenstadiums als Ergänzungstiere in den Versuch eingereiht worden sind. Sie sind demnach von der Krankheit erfaßt worden, die Krankheit konnte sich aber nicht mehr rechtzeitig bis zur Abtötung des Wirtes steigern, so daß der Parasit noch die Zeit zum Schlüpfen fand.

Da die Puppen regelmäßig aus dem Kokon herausgeschnitten und in der Petrischale weitergehalten wurden, konnte am Tage des Steifwerdens, am nächsten oder übernächsten meist ein wasserklarer Tropfen auf dem Glas beobachtet werden, der aus einer Stelle der Intersegmentalhäute der Puppe ausgetreten war, wahrscheinlich infolge Verletzung dieser Haut durch die schabende *Exochilum*-Altlarve.

Vom Steifwerden der Puppe — von dem Zeitpunkt also, in dem die *Exochilum*-Larve des vierten Stadiums die Kiefernspinnerpuppe bis zur Vernichtung der Muskeln ausgefressen hat — bis zum Schlüpfen des *Exochilum* geht die Entwicklung in engerer Schwankungsbreite weiter:

♂ (Ex.) 16/19/23 Tage (n = 15) ♀ (Ex.) 17/20 /24 Tage (n = 11)
♂ + ♀ (Ex.) 1950 15/15,3/16 Tage (n = 3)

Unterschiede nach dem Geschlecht des Wirtes oder des Parasiten bestehen nicht. In der kurzen Zeit von nur zwei Wochen kann also das letzte Ausschaben der Muskeln, das Ausstoßen des Kotsacks und die Puppenzeit des Parasiten ablaufen. Untersuchungen zum Festlegen dieser einzelnen Zeitabschnitte durch Öffnen von steifen Puppen wurden nicht ausgeführt.

Die gesamte Zeit vom Einspinnen der Raupen bis zum Schlüpfen der *Exochilum* dauerte:

1949	♂ : 31/45/61 Tage (n = 16)
	♀ : 36/47/58 Tage (n = 11)
1950	♂ + ♀ : 21/29/45 Tage (n = 3)
1951	♀ : 62 Tage (n = 1)

Nach Kap. A 3 (6) kommen die parasitierten Raupen i. a. 10 Tage vor den Kiefernspinner-Weibchen zur Verpuppung. Dieser Vorsprung wird durch die lange Kokonzeit von 46 Tagen aufgehoben. Von dem Zeitunterschied von 36 Tagen ist die Kokonzeit des Kiefernspinners mit 18,6 Tagen abzuziehen. Die Wespen schlüpfen also i. D 17,4 Tage nach den ♀-Faltern. Unter den Zuchtbedingungen im Thermostaten (27° C) treffen die schlüpfenden *Exochilum* bereits auf junge Wirtsraupen.

(2) Falter und Eiablage

Die Falter wurden gewogen und ihre Puppenhülsen-Durchmesser bestimmt. Die Wägung war wegen der unterschiedlichen Harnabgabe nach dem Schlüpfen nicht völlig proportional dem Puppenhülsen-Durchmesser:

	Faltergewicht (mg)	Puppenhülsen- Durchmesser (mm)	n
6 Stadien			
♂ ges.	610/ 763/ 950	8,6/ 9,39/10,5	10
7 Stadien			
♂ ges.	529/ 745/ 955	9,0/ 9,63/11,0	21,23
♀ ges.	1840/2310/2790	10,9/11,80/12,8	18
lange Fraßzeit			
♀ 1949	1423/1984/2530	10,3/11,28/11,9	5
♀ 1950	1259/1451/1658	10,0/10,2 /10,8	4

Nach der Größe der Männchen zu schließen, macht sich die verschiedene Entwicklungsgeschwindigkeit der Raupenzeit nicht mehr bemerkbar. Auffällig ist der große Gewichtsunterschied zwischen den Geschlechtern, der nach dem Futterverbrauch nur halb so hoch erwartet werden konnte. Daß dieser Gewichtsunterschied sich erst während des Puppenstadiums vergrößert, beweisen die Zahlen Ecksteins (1911, S. 124). Danach kann man errechnen, daß die Puppen von

erstjährigen Männchen 0,68/1,47/1,88 g schwer sind (n = 10),
dagegen die von

erstjährigen Weibchen 1,73/2,30/2,98 g schwer sind (n = 9).

Beim Puppengewicht besteht also noch angenähert das Gewichtsverhältnis von 2 : 3, das beim Futterverbrauch gefunden worden ist. Die nach Schwerdtfeger (1936) aufzuzählenden einzelnen Komponenten des Gewichtsverlustes während des Puppenstadiums sind demnach bei Männchen von höherem prozentualen Anteil als bei den Weibchen (vgl. Lebedev und Savenkov 1930).

Die Weibchen aus den infizierten Zuchten des Jahres 1950 fielen alle kleiner als die gesunden Tiere des Jahres 1949 aus. Die Weibchen des Jahres 1949, die wegen der verlängerten Entwicklungsdauer gesondert betrachtet werden mußten, erreichten z. T. noch normale Größe.

Die kleinsten Weibchen, die andere Autoren registriert haben, sind bei Rudelt (1935) Puppen von 1,1 g und bei Eckstein (1911) Falter von 0,83 g Gewicht. Lebedev und Savenkov (1930) haben Gewichte für ♂ und ♀ festgestellt, die den Werten dieses Versuchs gleichen; die Harnabgabe war nach ihren Angaben bei ♂ und ♀ fast gleich und von 206 mg bis 471 mg schwankend; ich wog eine Harnabgabe mit 439 mg aus bei einem Männchen von 1394 mg Puppengewicht. Nach der Eiablage waren die Weibchen nur noch 256 mg bis 814 mg schwer und somit leichter als frisch geschlüpfte Männchen; die Weibchen hatten zwei Drittel des Gewichtes verloren.

Die Weibchen des Versuchs wurden nach der Wägung aufpräpariert. Ihre Eier mußten in voll entwickelte harte Eier, große weiche Eier und Eianlagen eingeteilt werden. Die Eier mit harter und weicher Schale wurden ausgezählt:

1949 ges.:	141 + 23 / 170 + 32 / 218 + 30 Eier (n = 16 Falter)
lange Fraßzeit:	85 + 15 / 121 + 34 / 130 + 76 Eier (n = 5 Falter)
1950 lange Fraßzeit:	145 + 6 / 153 + 3 (n = 2 Falter)
1951 lange Fraßzeit:	230 + 0 (n = 1 Falter)

Die Gesamtzahl der Eier lag also tiefer als bei allen anderen Autoren. Eckstein (1911) fand i. D. 200 Eier je Weibchen, maximal 330, davon waren aber i. D. 88. maximal 190 unreif. An reifen Eiern fand er 41/112/209; diese Zahl liegt tiefer als in diesem Versuch, so daß die Hauptdifferenzen zu Ecksteins Ergebnissen in der Abgrenzung der Gruppe der unreifen Eier zu suchen sind. Rudelt (1935) fand 52 bis 283 Eier je Weibchen. Nach Kojima (1934) daggen werden 230 Eier i. D. abgelegt, maximal 436, so daß also erwiesen ist, daß ein erheblicher Teil noch nachreifen kann; nach Rudelt (1935) sind beim Schlüpfen erst 45% der Gesamteizahl legereif.

Die 1950 von Freilandfaltern der Südgebiete erhaltenen Eizahlen waren 55 217/365 (n = 38), die 1951 aus Institutszuchten erhaltenen Zahlen 70 194 390 (n = 10), wobei i. D. 12% der Eier nicht abgelegt worden sind. Zwei 1950 in Lieberose aus der Copula gefangene Weibchen legten bis zum Tode bzw. 207 Eier ab; das größere enthielt außerdem noch sieben legereife. Es ist deshalb am zweckmäßigsten, i. D. mit 200 im Freiland von einem gesunden Weibchen abgelegten Eiern zu rechnen.

Das Auszählen von 34 Eigelegen aus Hohenkuhnsdorf (1951) ergab 3'73'148 Eier je Gelege (vgl. Eckstein 1911). Das größte, 1950 in Lieberose gefundene Eigelege umfaßte als Ausnahme 176 Eier.

(3) Studie über die Farbvarianten des Falters

Beim Kiefernspinner fällt an umfangreicherem Faltermaterial die Fülle von Farbvarianten auf (s. Eckstein 1911). Die Reihe, die die Liebhaber Kramlinger und Perneder (1913) zusammengestellt haben, kennzeichnet eine große Zahl solcher Varianten. Es interessiert die Frage, ob sich die Häufigkeit der Varianten während der Jahre der Gradation bis zur Krisis ändert.

Für einen solchen Zweck war die Tabelle von 1913 zu weit unterteilt. Es wurde deshalb eine einfachere Einteilung vorgenommen, die nur die hauptsächlichsten Farbtöne und nicht die Zeichnungsmuster berücksichtigte. In die erste Klasse wurden die Falter mit graubraunem bis gelblichem Unterton der Flügel eingeordnet; diese Klasse enthielt die Stammform des Kiefernspinners. In der zweiten waren überwiegend braune bis rote Falter, in der dritten graue bis schwarze, in der vierten überwiegend graue bis weiße. Die extremen Farbwerte

traten i. a. in den Klassen im Vergleich zur Normalfärbung seltener auf, in der dritten Klasse war aber die *obscura*-Form am häufigsten.

Bei zu feiner Unterteilung der Klassen ist eine statistische Erfassung der Außenwerte verschlechtert statt verbessert. Wegen der stets vorhandenen Unterschiede des einzelnen Falter zu den Typen ist die Einordnung unsicherer statt einwandfreier. Der Falter mit extremer Färbung oder Zeichnung besitzt nur noch Einzelwert.

Für einen einwandfreien Vergleich hätten in jeder Klasse mehrere hundert Falter von jedem Befallsort vorliegen müssen. Da es nicht möglich war, einen solchen Aufwand arbeitsmäßig wie materialmäßig zu treiben, können die mitgeteilten Ergebnisse nur den Wert einer Studie haben. In dieser Beschränkung der Zielsetzung ist wieder die Zusammenfassung nach Nord- und Südgebieten zulässig. Die Unterscheidung nach Geschlechtern wurde zur Kontrolle des einzelnen Ergebnisses durchgeführt.

Das aus Zuchten gewonnene Ergebnis zeigte entweder zu große Unterschiede zum Freilandmaterial oder war zahlenmäßig nicht ausreichend. Es wurde deshalb aus dem Vergleich herausgestrichen. Dagegen war das Freilandmaterial gleichwertig, einerlei, ob es aus Freiland-Puppen gezogen worden war oder ob die Falter draußen gesammelt worden waren. Ein Ausbleichen der verwendeten Freilandfalter hatte noch nicht stattgefunden.

Herkunft	♂ - Klasse					♀ - Klasse				
Jahr	1	2	3	4	(n)	1	2	3	4	(n)
Nordgebiete										
1947	40 %	5 %	31 %	24 %	(202)	44 %	7 %	11 %	38 %	(204)
Südgebiete										
1950	32 %	1 %	4 %	63 %	(281)	37 %	2 %	2 %	59 %	(235)
Nied. Fläming										
1950	37 %	—	2 %	61 %	(98)	45 %	1 %	3 %	51 %	(82)
1951	41 %	3 %	9 %	47 %	(165)	45 %	—	7 %	48 %	(94)

Ich konnte nur einen Vergleich zwischen Faltern aus Nord- und Südgebieten durchführen, die zwei Jahre vor der Krisis und im Krisenjahr selbst eingesammelt worden waren. Auffällig ist im Süden das Überwiegen der grauen Tiere; in den nördlichen Gebieten erreichen dagegen die braunen und verdunkelten Tiere höhere Anteile, die verdunkelten Tiere besonders bei den Männchen. Dabei ist das Gebiet der Letzlinger Heide mit vielen rufinistischen Tieren rechnerisch nicht erfaßt.

Einen Vergleich zwischen zwei verschiedenen Jahren der Kalamität konnte ich für den Niederen Fläming anstellen. Es läßt sich eine Zunahme der verdunkelten Tiere auf Kosten der grauen ablesen.

Die Studie zeigt also, daß Unterschiede nach Herkunftsjahr und -ort feststellbar sind. Eine Wiederholung der Untersuchung an größerem Material erscheint deshalb aussichtsreich. Aus dem Vergleich

der Werte ist zu schließen, daß der Herkunftsort eine größere Rolle spielt als das Gradationsjahr.

Die 1949/51 aus Zuchten von überjährigen Raupen erhaltenen Falter standen nach der Reihenfolge der vier Klassen im Verhältnis von 14 : 5 : 2 : 20 zueinander, hielten sich also bis auf eine Zunahme in der braunen bis roten Klasse im Rahmen der normalen Verteilung der Farbwerte.

Wenn man die Frage stellt, ob sich die Falter mit dem Alter der Gradation verändern, so kann man die Antwort auch durch einen Größenvergleich der verschiedenfarbigen Falter suchen. Es wurde dazu immer der rechte Flügel von der Mitte der Schulter bis zur Spitze gemessen, z. T. nach Abtrennen der Flügel mit der Schere.

Die vergleichbaren Mittelwerte (cm) sind:

Jahr	♂ - Klasse				♀ - Klasse			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Freiland:								
1947	2,7	2,7	2,8	2,7	3,5	3,7	3,5	3,6
(n)	(61)	(5)	(3)	(29)	(46)	(6)	(4)	(43)
1950	2,9	2,8	2,8	2,9	3,7	3,7	3,8	3,6
(n)	(80)	(2)	(10)	(132)	(75)	(3)	(2)	(94)
1951	2,7	3,0	2,9	2,7	3,5	—	3,8	3,34
(n)	(29)	(2)	(3)	(42)	(18)		(2)	(23)
Zuchten:								
1950	2,6	3,0	2,7	2,7	3,4	3,4	3,4	3,3
(n)	(20)	(2)	(1)	(36)	(16)	(1)	(3)	(27)
erstj. Raupen								
1949/50	2,9	2,7	2,7	2,6	3,2	2,9	—	3,3
(n)	(3)	(3)	(1)	(3)	(2)	(1)		(4)
überj. Raupen								

Es ist aus den Mittelwerten ebenso wie aus den nicht wiedergegebenen Tiefstwerten nur 1951 eine geringere Größe der grauen Weibchen des Niederen Flämings abzulesen, die sich der Größe von Faltern aus Zuchten nähert. Gegen die Mittelgröße der Vorjahre besteht ein Unterschied von $2 \times 2,6 = 5$ mm in der Spannweite der grauen Tiere. In den Vorjahren entspricht die Größe der grauen Tiere aber der mittleren.

Es ist wohl der Schluß berechtigt, daß eine Verringerung der Faltergröße nicht unbedingt mit einer Änderung der Häufigkeit von Farbvarianten in der Population verbunden sein muß.

7. Die Kiefernspinner-Raupen mit zweimaliger Überwinterung

Unter zweijährigen Kiefernspinner-Raupen versteht man nach der Literatur eine einheitliche biologische Gruppe. Es ist jedoch, was selbstverständlich zu sein scheint, zu unterscheiden, ob die Tiere in Skandinavien oder dem nördlichen Rußland infolge ungünstiger klimatischer Verhältnisse im Herbst zum zweiten Male ihr normales Wachstum unterbrechen müssen (nach Geispitz 1949—1952 ist die Tages-

länge der regulierende Faktor) oder ob in Norddeutschland die Verlangsamung des Raupenwachstums unter optimalen Umweltbedingungen während des Sommers zu beobachten ist. Im Süden des Verbreitungsgebietes (Insel Lussin, Melis 1940) fehlen die überjährigen Tiere.

Im Kapitel über das Wachstum der Raupen ist nachgewiesen worden, daß die überjährigen Tiere in Norddeutschland aus allen Größenklassen und zu jedem Zeitpunkt aus der Population der einjährigen Tiere entstehen können und daß sie sich erst nach Ablauf der Verpuppungszeit der einjährigen Tiere zu einer eigenen Population zusammenschließen. Da der größte Teil nicht die nächste Verpuppungszeit im Sommer erreicht, also nicht zweijährig wird, sind die Tiere von mir als überjährige Raupen bezeichnet worden, wie es Ratzeburg (1865, S. 154) einmal getan hat. Die Untersuchungen dieses Kapitels beziehen sich auf Tiere, die nach der zweiten Überwinterung wieder in normaler Höhe gefressen haben.

(1) Die Zahl der Stadien bei überjährigen Raupen

Die nach dem zweiten Winterlager der Tiere gewonnenen Kopfkapseln entsprechen denen von Raupen des fünften Stadiums ab:

1949:	5. Stadium	6. Stadium	7. Stadium	8. Stadium	9. Stadium
	3,3 mm	3,7 mm	zerbrochen		
		4,0 mm	4,3 mm	5,2 mm	zerbrochen
		4,2 mm	4,6 mm	zerbrochen	

Man erkennt an diesen Werten die Schwierigkeit für die Eingruppierung einzelner Tiere (vgl. S. 121).

1951 war das Material umfangreicher. Mit den Werten: $3,90 \pm 0,077$ für Männchen ($n = 10$), $4,15 \pm 0,098$ ($n = 10$) für Weibchen und $4,12 \pm 0,051$ für weitere 27 Raupen nicht bestimmten Geschlechts ist das vorletzte Stadium der Größe nach durchschnittlich als das sechste charakterisiert. Es ist zu folgern, daß die überjährigen Raupen im allgemeinen sieben Fraßstadien durchlaufen; doch selbst neun Fraßstadien sind möglich. *Exochilum*-Parasitierung war mehrmals als Ursache für die geringere Zahl der Stadien zu erkennen. Verlängerte Fühler traten erst bei überzähligen Häutungen überjähriger Raupen (z. B. nach dem Futterverbrauch zu urteilen) auf (s. Kap. A 4 c und Abb. 6 b).

(2) Der Fraßverlauf

Wenn trotz der Verlängerung der Generationsdauer bis zu einem Jahr keine wesentliche Vermehrung der Stadien eintritt, so kann nur die längere Dauer einzelner Stadien als Erklärung für die zweijährige Entwicklungsdauer herangezogen werden. Eine Verlängerung des Alt-

raupenstadiums zeigen z. B. die Fraßkurven von Abb. 8 B a und b (vgl. auch Kap. A 3 [6]). Die Wiederaufnahme des Fraßes kann nach längerer Fraßunterbrechung einsetzen. Eine weitere Kurve zeigt, wie trotz der Wiederaufnahme des Fraßes eine neue Unterbrechung eintreten kann, die aber zum Absterben der Puppe geführt hat (Abb. 8 B b). Mit der Füllung des Darmes nimmt die Raupenlänge wieder zu; das Schrumpfen

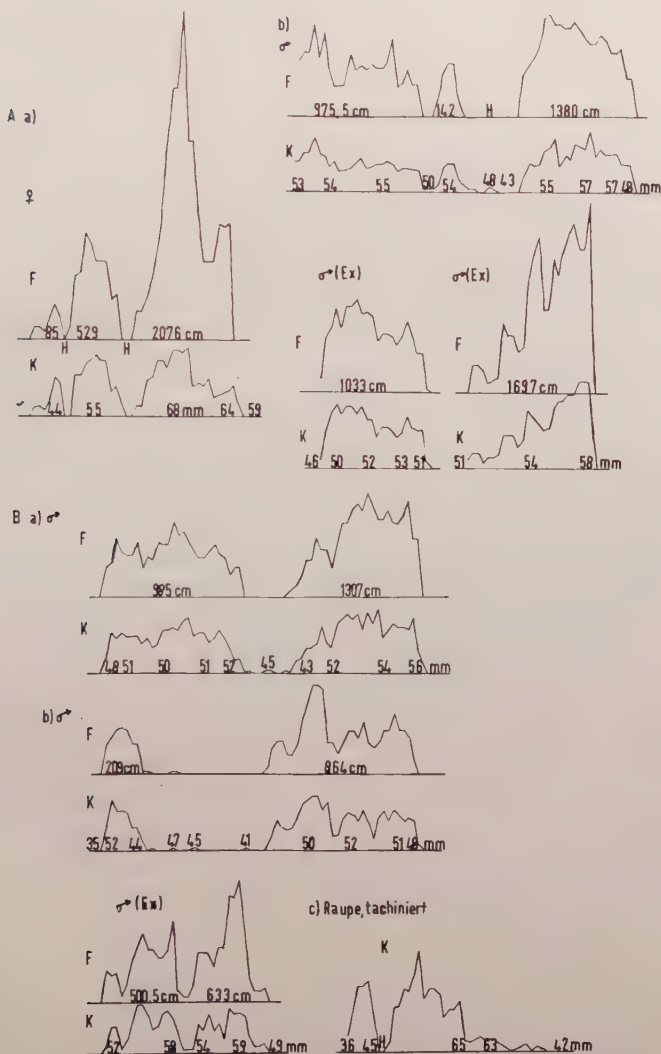


Abb. 8. Fraßverlauf bei überjährigen Raupen.

Erklärung im Text und bei Abb. 5.

der Raupen ist also nicht immer ein Absterbevorgang. Meist ist der letzte Fraßverlauf als eingipfelige Kurve darzustellen (s. Abb. 8 A a). Es treten aber auch wieder die von einjährigen Raupen bekannten Grenzfälle auf, wie dies für eine durch Tachinen (*Agria* ?) parasitierte überjährige Raupe gekennzeichnet ist (Abb. 8 B c).

(3) Der Futterverbrauch

Nach den Zuchtversuchen von 1949 können einige Angaben über den Futterverbrauch gemacht werden. Im vorletzten Stadium schwankte er von 449 cm bis 538 cm mit einem Mittelwert von 505 cm ($n = 3$), bei durch *Exochilum* parasitierten männlichen Altraupen von 1033 cm bis 1617 cm mit einem Mittelwert von 1288 cm ($n = 3$). Da die *Exochilum*-besetzten Tiere zur Krisenzeit die Mehrzahl bilden, wird von ihnen die Höhe des Mittelwertes bestimmt. Der Höchstwert von 2076 cm bei einem Weibchen zeigt aber an, daß nichtparasitierte Tiere einen höheren Futterverbrauch haben können. Für die Fälle, in denen längere Fraßunterbrechungen eingetreten sind, müssen die Werte der einzelnen Perioden addiert werden. Die Kurve 8 A b zeigt den Fraßverlauf bei einem Männchen ohne Parasiten, das erst nach einer überzähligen Häutung den Fraß vollendete; die Kurve 8 B b zeigt eine ähnliche Unterteilung des größten Futterverbrauchs ohne Häutungs-vorgang. Die Summe des Futterverbrauchs dieser als Puppen abgestorbenen Männchen war 2498 cm bzw. 2292 cm, liegt also an der oberen Grenze des Futterverbrauches einjähriger männlicher Raupen. Mit dem Futterverbrauch vor der zweiten Überwinterung zusammen kann der Gesamtverbrauch an Nadeln bei überjährigen Raupen etwas höher als bei einjährigen sein; für die Prognose des Schadfraßes im Frühjahr brauchen jedoch keine gesonderten Berechnungen für beide Gruppen von Überwinterungsraupen angesetzt zu werden.

Es wäre die Möglichkeit gegeben, auf Grund der sehr unterschiedlichen Größe der Kotballen beide Gruppen von Raupen während des Herbstes zu unterscheiden. Wegen der langandauernden Fraßunterbrechungen bei überjährigen Raupen versagt aber die Kotfallmessung zur Ermittlung der Populationsdichte und der Alterszusammensetzung überjähriger Raupen. Die Kotfallmessung kann nur darauf hinweisen, ob ein Teil der mehr als einjährigen Raupen noch im Herbst seine Entwicklung unter Wiederaufnahme des Fraßes abschließt.

(4) Weitere bionomische Daten

1949 betrug die Zeit vom Einspinnen bis zur letzten Häutung $3/3,3/4$ Tage ($n = 8$) bei überjährigen Tieren, die durch *Exochilum* parasitiert oder als Puppen abgestorben waren. 1951 entsprachen dieser Zeit bei gesunden Tieren $2/2,5/3$ Tage ($n = 8$), bei Männchen mit *Exochilum*-Larven $2/3,0/4$ Tage ($n = 8$), bei Weibchen mit *Exochilum*-Larven $2/2,8/3$ Tage ($n = 13$), in einem weiteren Falle allerdings

13 Tage, bei als Vorpuppen gestorbenen Tieren 1 / 3,2 / 7 Tage ($n = 18$), bei Vorpuppen mit Tachinen-Larven 2 / 3 Tage ($n = 2$), bei Puppen mit Tachinen-Larven 3 Tage ($n = 2$), bei als Puppen gestorbenen Tieren 2 / 2,9 / 4 Tage ($n = 27$). Die mittlere Zeit von 3 Tagen ist also unter 87 Fällen nur einmal mit 7 Tagen und einmal mit 13 Tagen wesentlich überschritten worden.

Die reine Puppenzeit bei gesunden Männchen und Weibchen wurde 1951 mit 13 / 14,3 / 16 Tagen ($n = 6$) ermittelt; 1954 wurde für ein Männchen eine Zeit von 21 Tagen vom Einspinnen bis zum Schlüpfen festgestellt. Auch diese Zeiten halten sich also im Rahmen der Werte, die für einjährige Tiere gelten. Die Behauptung Ecksteins (1911, S. 123 und 125), daß bei zweijährigen Tieren die Männchen 9 Tage, die Weibchen 12 Tage längere Puppenzeit als einjährige Tiere haben, ließ sich also für Durchschnittswerte nicht bestätigen. Die Verlängerung der Kokonzeit kann deshalb nur in Ausnahmefällen eintreten und muß die Erklärung finden, wie sie für solche Ausnahmefälle schon bei einjährigen Raupen gegeben wurde (vgl. A 6 [1]).

Die 1951 an Infektionskrankheiten verendeten Puppen wurden 1 Tag bis 44 Tage nach der Puppenhäutung unbeweglich, bis zum sichtbaren Verfaulen konnten außerdem eine Woche bis vier Wochen vergehen. Bei den Männchen mit *Exochilum*-Larven wurden die Puppen 1951 nach 3 / 4,4 / 7 Tagen unbeweglich und entließen nach weiteren 16 / 17,7 / 19 Tagen das *Exochilum* (3 ♂ + 5 ♀), bei den Weibchen mit *Exochilum*-Larven waren die Zeiten 3 / 7,3 / 24 Tage ($n = 11$) und 15 / 17,2 / 18 Tage (7 ♂ + 3 ♀ *Exochilum*); ein sehr kleines *Exochilum*-Männchen brauchte 39 Tage vom Steifwerden der Puppe bis zum Schlüpfen, was einen unerklärlichen Ausnahmefall darstellt. In zwei Puppen wurde noch 26 Tage nach der Puppenhäutung eine *Exochilum*-Larve dritten Stadiums festgestellt, in einer weiteren Puppe wurde die *Exochilum*-Larve in der beweglichen Puppe noch nach 47 Tagen lebend gefunden. Zwei männliche Puppen wurden nach 1 Tag bzw. 2 Tagen steif und entließen 5 bzw. 7 Tage später Tachinen (*Agria*?).

Die Größe von Kokons war bei ♂ 3,5 / 3,8 / 4,0 cm ($n = 3$)

♀ 4,1 / 4,4 / 4,8 cm ($n = 6$)

Ebenso zeigen die Werte (mm) über die Größe der Puppen, daß bei überjährigen Tieren keine extremen Verhältnisse festzustellen sind.

		Puppen	♂	(n)	♀	(n)
1946	Leußow	Durchm.	8,3/ 8,67/ 9,3	(3)	9,3/10,35/11,4	(6)
		Länge	22,4/26,03/29,4	(3)	28,6/30,19/31,3	(6)
		Lg. : D	3,00 : 1		2,92 : 1	
1949	ges.	Durchm.	8,6	(1)	9,8	(1)
	kr.	Durchm.	6,3/ 6,9 / 7,7	(4)		
1951	ges.	Durchm.	7,4 / 8,9	(2)		
		Länge	28,3 / 31,7	(2)		
		Lg. : D	3,83/ 3,56 : 1			

Die Werte liegen z. T. an der unteren Grenze der Normalgrößen, besonders kleine gehören aber zu eindeutig kranken Tieren. 1954 erreichte ein Männchen einen Puppenhülsemdurchmesser von 8,8 mm bei einem Futterverbrauch von 839 cm nach der zweiten Überwinterung. Ein männlicher Falter (Tauer 1949/50) wog 506 mg. Ein Weibchen der Zuchten 1951 legte 102 Eier ab und enthielt 121 weitere beim Tod.

(5) Die Wertung überjähriger Raupen

Nach den Ergebnissen dieser Arbeit wird behauptet, daß die überjährigen Raupen des Kiefernspinners in Norddeutschland kranke oder vorübergehend erkrankte Tiere sind. Diese Arbeitshypothese wird wie folgt begründet:

a) Die überjährigen Raupen entstehen nicht als geschlossene Population, wie man nach Abb. 2 aus der Kurve für Dahme folgern könnte. Nach der Verpuppungszeit der einjährigen Tiere reicht die Gruppe der überjährigen Tiere von der 2 cm-Größe bis zur 8 cm-Größe. Bis zum Winterlager verschiebt sich die untere Grenze bis zur 3 cm-Größe.

b) Die Unterbrechung des Fraßverlaufs läßt eine schwere Schädigung der überjährigen Tiere vermuten (Abb. 8). Viele Tiere gehen an dieser Schädigung zugrunde. Besonders deutlich wird dies bei Tieren, die frisch aus dem Winterlager in Zucht genommen werden. Ein großer Teil ist schon im Winterlager krankhaft geschrumpft und stirbt innerhalb weniger Tage, so daß Fehler in den Zuchtbedingungen nicht vorliegen können. Weniger geschädigte erhalten dagegen nach der zweiten Überwinterung den Impuls zur Fortsetzung ihrer Entwicklung. Während der Krisis der Gradation ist der Abgang unter diesen Tieren sehr hoch, während der Retrogradation wird er geringer, während zur Zeit der Progradation viele der überjährigen Raupen die Entwicklung vollenden können.

c) Es wirken verschiedene krankmachende Einflüsse auf die Raupen ein. Von diesen ist die Parasitierung als Ursache für die Verlängerung der Generationsdauer auszuschneiden, da in der Zeit zwischen den Gradationen nur überjährige Raupen ohne Parasiten vorkommen. Von den infektiösen Organismen der Krisenzeit konnten 3 bis 4 Jahre später besonders oft Kokken in überjährigen Raupen nachgewiesen werden. Da die Kokken auch für erstjährige Raupen als die Entwicklung verzögernd erkannt wurden (s. 2. Beitrag dieser Arbeit), wird ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Kokkeninfektion und Auftreten von überjährigen Raupen vermutet, außerdem ist ein solcher zwischen Kokkeninfektion und Auftreten von zu Brombeerzellen degenerierten Lymphzellen anzunehmen (im Gegensatz zu Heidenreich 1939). Das vorzeitige Absterben der meisten überjährigen Raupen während der Krisenzeit beruht auf zusätzlicher Infektion durch Stäbchen oder Polyeder-Virus.

d) Aus den Fraßkurven ist trotz aller Schwierigkeiten der Auswertung doch auf die Möglichkeit zur Überwindung von schädigenden Einflüssen zu schließen, besonders bei einer Infektion durch die weniger pathogenen Kokken. Die bionomischen Daten der nach der zweiten Überwinterung wieder gesunden Raupen können deshalb die der einjährigen Tiere erreichen. Wegen der schnellen Verpuppung im Frühjahr erreichen die Raupen nur in Ausnahmefällen ein Alter von zwei Jahren. Die Verpuppungszeit der überjährigen Raupen erstreckt sich auf etwa zwei Monate. Zum mindesten ist während der Krisenzeit der Gradation nicht von einer geschlossenen Flugzeit der Falter aus überjährigen Raupen zu sprechen.

Für die Zeit der Retro- und Progradation ist zu untersuchen, in welchem Maße die überjährigen Raupen als Überträger von Infektionskrankheiten von einer Übervermehrung des Kiefernspinners zur nächsten in Betracht kommen. Weiter ist zu untersuchen, ob die Infektionsanteile der wenigen Raupen zwischen den Gradationen mit Schadauftreten und nach wirtschaftlich unbedeutenden Übervermehrungen verschieden hoch sind. Einen Sonderfall bilden die Raupen mit verlängerten Fühlern.

Noch nicht in Übereinstimmung mit der Hypothese, daß in überjährigen Raupen aus Norddeutschland kranke Tiere vorliegen, kann das für mehrere Jahre nach der Krisis andauernde Überwiegen der überjährigen Winterraupen über die erstjährigen gebracht werden, wenn man Suchfehler als Erklärung ablehnt.

Anschrift des Verfassers: Dr. Hermann Wiegand, Kleinmachnow, Hohe Kiefer 73.

Über die Einwirkung mechanischer Kräfte auf den Wasserhaushalt von *Calandra granaria* L. bei verschiedenen Luftfeuchten*

Von H. Drees und A. Jung

(Mit 5 Abbildungen)

I. Einleitung und Fragestellung

Die Maßnahmen, die das Insekt gegen ein lebensgefährliches Absinken des Wassergehaltes ergreifen kann, sind nur in mehr oder weniger engen Grenzen wirksam. Vor der Gefahr der Austrocknung sind die Insekten von vornherein durch besondere Schutzvorrichtungen weitgehend bewahrt. Hier ist in erster Linie das feste chitinöse und mit einer wachsartigen Schicht überzogene Außenskelett zu nennen, das den ganzen Körper umschließt, und das auch in den Intersegmentalhäuten im allgemeinen kaum eine Durchlässigkeit für flüssige Stoffe besitzt. Wird aber die lipoidhaltige Epikutikula verletzt oder in größeren Arealen entfernt, so ist das Chitinskelett allein nicht mehr im Stande, eine Transpiration von recht erheblichem Umfang zu verhindern. Die Wirkung von inerten Stauben wird überwiegend in diesem Sinne gedeutet, wobei durch Abschabung der Epikutikula in kurzer Zeit eine völlige Austrocknung entstehen kann (Alexander, Kitchenner, Briscoe 1944, Kalmus 1944, Wigglesworth 1944, 1946, Zacher 1937).

Vielfach wird jedoch dem Flüssigkeitsverlust durch Verdunstung weniger Bedeutung für die tödliche Wirkung beigemessen als dem unmittelbaren Wasserentzug aus dem Körper der Insekten durch Oxyde, Karbonate, Gesteinsmehle, Aktivkohle u. a. (Zacher 1937, 1952).

Damit erhebt sich die Frage, ob nach Verletzung der Epikutikula die Anwesenheit der Adsorbentien etwa in Form derselben Staube, welche die Epikutikula verletzen, notwendig ist, um eine tödliche Gewichts-minderung durch Wasserentzug herbeizuführen, oder ob eine Abrasion allein in Verbindung mit einem gewissen Wassersättigungsdefizit der Luft — also die Verdunstung — ausreicht, um die Insekten abzutöten.

* Mit Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

Wenn die wesentliche Bedeutung der Epikutikula in einem Verdunstungsschutz besteht, dann muß das Gewicht bei solchen Insekten durch Transpiration stärker abnehmen als bei unverletzten.

Die Beantwortung dieser Frage gibt einen Hinweis, in welchem Ausmaß die lipoidhaltige Epikutikula vor der Austrocknung zu schützen vermag.

II. Material und Methode

Entsprechend der Fragestellung ergibt sich die Notwendigkeit, die Epikutikula auf eine andere Art als durch Staube mechanisch zu verletzen.

Auf dem Gebiet des Vorratschutzes wird in neuester Zeit ein Gerät verwendet, der Entoleter, in dem durch mechanische Kräfte in Getreide, Gries usw. befindliche Schädlinge zu einem großen Prozentsatz unmittelbar abgetötet werden; die restlichen Schädlinge gehen innerhalb von etwa vier Tagen ein.

Die Arbeitsweise des Entoleters ist folgende: das von Schädlingen befallene Material (Weizen, Mehl, Gries) wird durch eine Öffnung in die Mitte zwischen zwei horizontale, schnell rotierende Scheiben in einen Kessel geschüttet. Die Ränder der Scheiben sind durch zahlreiche Stahlbolzen miteinander verbunden. Das Material prallt mit Wucht gegen die Bolzen. Hierdurch werden die Insekten und deren Brut abgetötet (Clew e und Buchwald 1950, Drews 1950).

Der größte Teil der Käfer zeigt nach dieser Behandlung grobe, schon äußerlich sichtbare Verletzungen; nur bei einem geringen Prozentsatz sind keine äußeren Schädigungen festzustellen. Diese Käfer verhalten sich zwar normal; da sie jedoch innerhalb weniger Tage absterben (Clew e und Buchwald 1950), sind auch sie ohne Zweifel irgendwie geschädigt. Diese Beschädigung besteht mit größter Wahrscheinlichkeit in einer Verletzung der Epikutikula. Infolge der hohen Umdrehungsgeschwindigkeit prallen nämlich die Käfer nicht nur auf die Bolzen und die Kesselwand, sondern es kommt auch zu starken Reibungen zwischen den Käfern und z. B. den Weizenkörnern, so daß neben dem Anprall auch die Reibung zu Schäden führen kann. Außerdem könnte jedoch auch die Zentrifugalkraft selbst schädigend wirken.

Entsprechende Versuche wurden an einem Modellentoleter unter annähernd gleichen Bedingungen wie beim Originalentoleter durchgeführt (Abb. 1).

Da mit inerten Stäuben vorwiegend an Kornkäfern gearbeitet wurde, wurde hier das gleiche Tiermaterial verwendet.

Die Käfer entstammten einer Population, die in Zuchtgläsern bei 23 bis 25° C und etwa 50 % rel. Luftfeuchtigkeit gehalten wurde. Um

gleichalte Käfer zu erhalten, wurde nichtbefallenem Weizen eine bestimmte Menge an geschlechtsreifen Käfern zugesetzt; diese Käfer wurden dann nach drei Tagen, d. h. nach der Eiablage wieder abgesiebt. Die sich aus diesen Eiern entwickelnden Käfer mußten also ungefähr gleichen Alters sein.

Mit dem Entoletermodell wurden bei vier verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten (2750, 2500, 2250 und 2000 U/min) zwei Versuchsreihen mit je 10 Versuchen durchgeführt, wobei für jeden

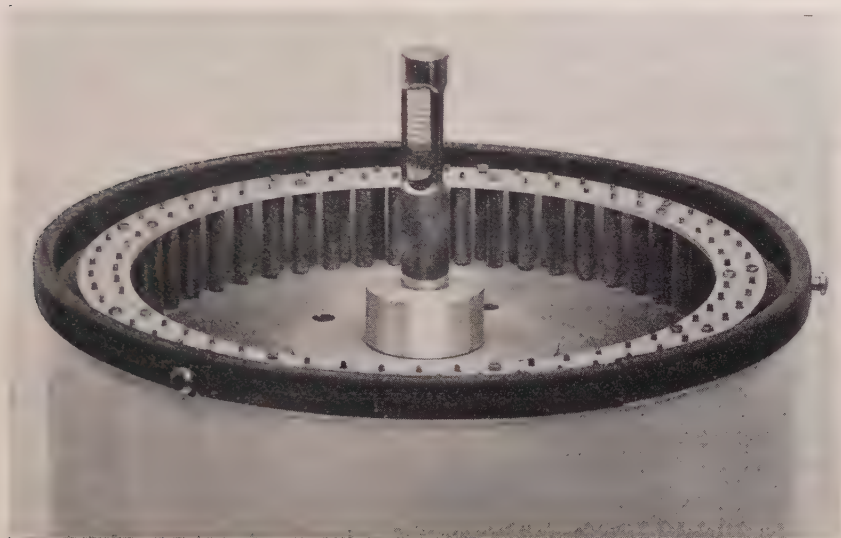


Abb. 1. Einblick in das betriebsfertige Entoletermodell mit der rotierenden Bolzenscheibe und Tourenzähler.

Versuch 100 ccm Weizen und 150 gleichaltrige, etwa 14 Tage alte, frisch hinzugefügte Kornkäfer verwandt wurden. Die Stahlbolzen des Entoleters waren in der ersten Versuchsreihe ungeschützt, bei der zweiten Versuchsreihe waren sie mit einem weichen Überzug aus Gummi versehen; hierdurch sollte die Härte des Aufpralls vermindert werden, ohne die Reibung zwischen Körnern und Käfern herabzusetzen. Nach der Behandlung mit dem Entoleter wurden die Käfer ausgesiebt. Sofort, nach einer Stunde und an den darauffolgenden Tagen wurden dann die beweglichen Käfer aussortiert. Die unsortierten wie die sortierten Käfer wurden bei 25° C in verschiedenen Luftfeuchten gehalten (10 0/0, 50 0/0, 95 0/0 rel. L.F.), z. T. mit Futter, das aus einer dünnen Schicht von Weizenkörnern bestand.

III. Befunde

1. Die tödliche Wirkung des Modellentoleters mit harten und weichen Bolzen und bei verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten

Es wird zunächst die allgemeine Wirkung des Modellentoleters auf die Kornkäfer gezeigt.

Die Behandlung mit dem Entoletersmodell hat auf Kornkäfer einen hohen tödlichen Effekt; je nach den Versuchsbedingungen werden 88 bis 98 % der Käfer grob mechanisch verletzt und getötet. Die übrigbleibenden und nicht sichtbar beschädigten Käfer sind zwar zunächst bewegungsunfähig und es ist nicht zu entscheiden, wie viele von ihnen noch leben, da mindestens ein Teil sich durch den groben Reiz in Thanatose befindet. Diese letzteren erholen sich dann innerhalb einer Stunde. Die folgenden Beobachtungen beziehen sich nur auf diese überlebenden Käfer.

Es zeigt sich, daß in Abhängigkeit von den Versuchsbedingungen ein Teil der nicht unmittelbar durch die Wirkung des Entoleters abgetöteten Käfer im Laufe der nächsten Tage abstirbt, obwohl diese Käfer äußerlich nicht sichtbar verletzt sind. Einige wenige werden offensichtlich gar nicht geschädigt oder heilen den geringen Schaden wieder aus.

Eine Übersicht über die Abtötung von Kornkäfern während und nach der Entoletersbehandlung in Abhängigkeit von den verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten sowie von der Härte des Aufprallmaterials geben die Abb. 2 und 3.

Es zeigt sich, daß bei weichem Bolzenmaterial zunächst mehr Käfer überleben als bei hartem Aufprallmaterial. Dieser Überschuß an überlebenden Käfern stirbt aber im Laufe der Beobachtungszeit ebenfalls ab, so daß trotz verschieden harten Aufpralls aber bei gleichbleibender Reibung im Endeffekt ungefähr dieselbe Käferzahl abgetötet wird. Dieser Befund deutet darauf hin, daß die Beschädigung der Epikutikula durch die Reibung wirksamer und nachhaltiger zum Tode führt als die Härte des Aufpralls. Mindert man andererseits durch Verringerung der Umdrehungsgeschwindigkeit sowohl die Reibung als auch den Aufprall, so nimmt die Zahl der unmittelbar abgetöteten Käfer noch weiter ab, der Prozentsatz der überlebenden Käfer jedoch nicht im selben Maße.

Ergebnis: Die Vermutung ist also wohl begründet, daß, wenn die unmittelbare Abtötung der Käfer infolge Zertrümmerung ihres starren Körpers vor allem durch die Härte des Aufpralls bewirkt wird, gleichzeitig die Beschädigung der Epikutikula besonders durch die Reibung, wenn auch erst nach einem längeren Zeitraum, herbeigeführt wird.

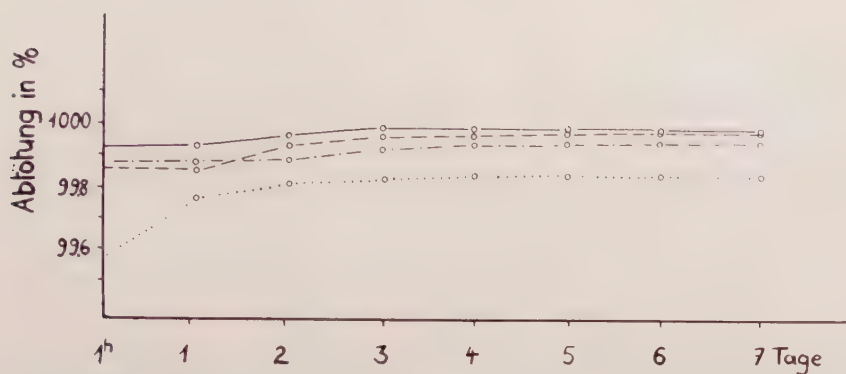


Abb. 2

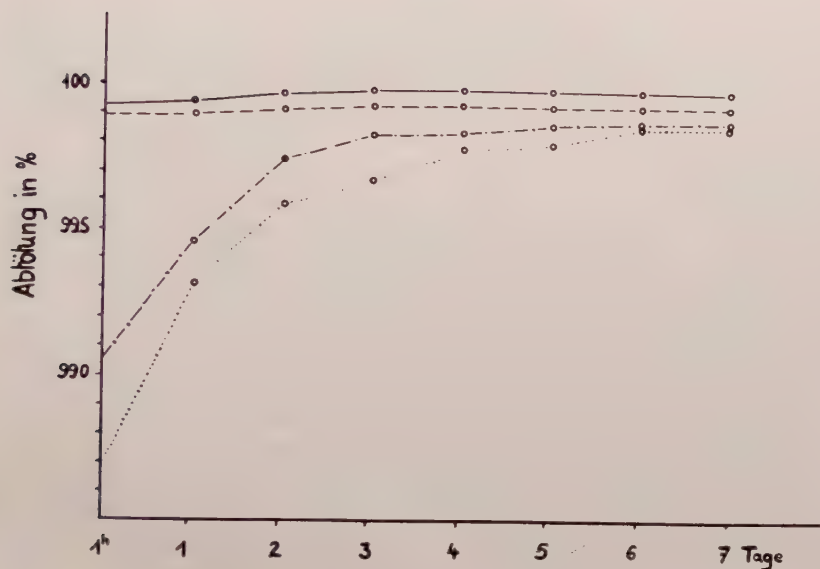


Abb. 3

Abtötung von Kornkäfern während und nach Entoleterbehandlung in Abhängigkeit von der Umdrehungsgeschwindigkeit des Entoleters.

Abb. 2. Bei ungeschützten Stahlbolzen.

Abb. 3. Bei mit Gummi gepolsterten Stahlbolzen.

Abszisse: Zeit in Tagen

Ordinate: Getötete Käfer in %

— = 2750 U/min

- - - = 2500 U/min

• - - - • = 2250 U/min

..... = 2000 U/min

2. Ist der Spättod entoleterter Käfer eine Folge der Zentrifugalwirkung?

Neben der Reibung mit ihren Folgen wäre als weitere tödliche Komponente die Zentrifugalkraft in Betracht zu ziehen. Es wurden daher Kornkäfer ohne Weizen mit den gleichen Umdrehungsgeschwindigkeiten zentrifugiert, also nicht wie bei den anderen Versuchen mit Weizen in die laufende Zentrifuge gegeben, so daß ein Aufprallen und Abreiben ausgeschlossen wurde.

Es wurde dabei festgestellt, daß auch über 10 Tage hinweg keinerlei Schäden auftraten, also die Zentrifugalkraft allein ohne Einfluß ist.

3. Gewichtsverluste durch verschiedene Luftfeuchten und verschiedene Ernährung bei unbehandelten und bei entoleterbehandelten Kornkäfern

Wenn bei den nicht unmittelbar durch die Entoleterung abgetöteten Käfern eine Beschädigung der Epikutikula als verdunstungshemmender Schutz vorliegt, dann muß bei Aufenthalt in verschiedenen Luftfeuchten die Intensität des eintretenden Gewichtsverlustes verschieden sein.

Da zudem noch eine beschädigte Epikutikula erneuert werden kann (Wigglesworth 1944 u. a.), müßte sich das Ausmaß der Beschädigung in der Absterbeordnung widerspiegeln, und zwar muß bei starkem Wasserentzug durch hohes Sättigungsdefizit der Luft sowohl die Austrocknung gefördert als auch die Regeneration der Epikutikula behindert werden. Und schließlich hängt die Gewichtsänderung auch noch von der Nahrungsaufnahme ab. In den folgenden Untersuchungen wurden darum die beiden Faktoren relative Luftfeuchte und Nahrung variiert, die Temperatur dagegen konstant bei 23° C gelassen.

Bei unbehandelten Kornkäfern zeigen die Wägungen (Abb. 4) in der Tat, daß die Intensität des Gewichtsverlustes sowohl von der relativen Luftfeuchte als auch von der Ernährung abhängig ist. Wenn den Kornkäfern Futter in beliebiger Menge zur Verfügung steht, ändert sich ihr Gewicht bei 50 %iger rel. Luftfeuchte innerhalb von 80 Stunden nicht wesentlich. Dagegen nehmen sie in 10 %iger Luftfeuchte ständig an Gewicht ab. Wie sehr die Nahrungsaufnahme für die Aufrechterhaltung des Gewichtes notwendig ist, zeigen die Wägungen bei den hungernden Käfern, die in 50 %iger rel. Luftfeuchte gehalten wurden. Diese Käfer nehmen trotz der Luftfeuchte, die unter normalen Lebensbedingungen zur Aufrechterhaltung des Gewichtes ausreicht, so schnell an Gewicht ab, wie die Käfer, die bei ausreichendem Futter, in nur 10 %iger rel. Luftfeuchte gehalten wurden. Die

durch diese beiden Bedingungen erzielten Gewichtsverluste unterscheiden sich nicht ($P \gg 0,99$).

Bei entoleterbehandelten Kornkäfern lassen sich, unter welchen Bedingungen sie auch gehalten wurden, deutlich drei Abschnitte der Gewichtskurve unterscheiden (Abb. 4): 1. Der Zeitabschnitt bis eine Stunde nach Entoleterbehandlung, 2. Der Zeitabschnitt von einer bis etwa zwölf Stunden nach Entoleterung, 3. Die darauffolgende Zeit.

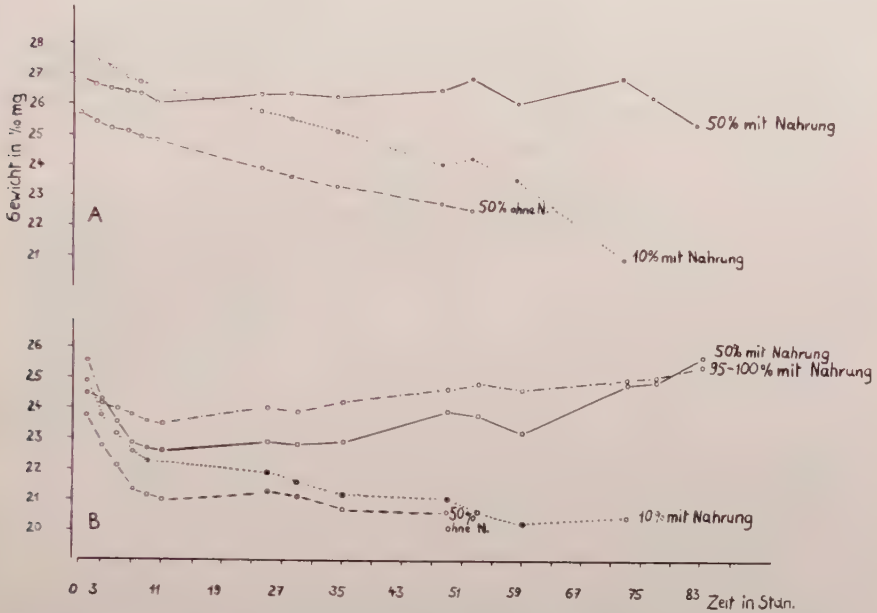


Abb. 4. Änderung des Gewichtes von Kornkäfern während des Aufenthaltes bei 23 bis 25°C in Abhängigkeit von verschiedenen Luftfeuchten und von der Nahrung. — A: bei unbehandelten Kornkäfern, B: bei Kornkäfern nach Entoleterbehandlung. — Abszisse: Zeit in Stunden nach Versuchsbeginn, Ordinate: Gewicht in mg.

Wie stark der Gewichtsverlust in der ersten Stunde nach Entoleterbehandlung ist, läßt sich hier nicht mit Sicherheit feststellen, da lebende und tote Käfer gleich nach der Zentrifugierung noch nicht zu unterscheiden sind. Sicher aber haben sie während dieser einen Stunde mehr an Gewicht verloren, als dies bei Kontrollkäfern selbst bei trockener Luft oder bei Hunger möglich ist ($P < 0,001$).

Während des zweiten Zeitabschnittes, also von der ersten bis etwa zwölften Stunde nach Entoleterung, nimmt das Gewicht mit Nahrung versehener Kornkäfer sowohl bei 50 % als auch bei 10 %iger Luft-

feuchte in etwa gleichem Maße ab ($P = 0,28$). Der Gewichtsverlust ist sicher stärker als der unter denselben Bedingungen gehaltener Kontrolltiere ($P < 0,001$). Erst wenn bei den Versuchstieren die relative Luftfeuchte von 50 bis 60 % um weitere 40 % auf 95 bis 100 % erhöht ist, nimmt das Gewicht langsamer ab, aber doch noch etwas schneller als bei Kornkäfern, die in 50 %iger Luftfeuchte gehalten wurden. Daraus ist zu entnehmen, daß hier durch Entoleterbehandlung innerhalb des ersten halben Tages, abgesehen von der ersten Stunde, der durch Wasserdefizit der Luft herbeigeführte Gewichtsverlust um etwa 40 % gesteigert ist.

Der Einfluß der Nahrung auf Gewichtsverlust ist bis zum Ende des zweiten Zeitabschnittes nicht erkennbar; die Intensität des Gewichtsverlustes hungernder Käfer ist bei Haltung in 50 bis 60 %iger rel. Luftfeuchte nicht wesentlich verschieden von den mit Nahrung versehenen Käfer bei der gleichen Luftfeuchte ($P = 0,84$).

Im dritten Zeitabschnitt ist auch bei den entoleterbehandelten Käfern der Einfluß der relativen Luftfeuchte und der Ernährung zu erkennen. Es ist sehr bemerkenswert, daß von nun an ausreichende Nahrung und eine mindestens 50 %ige Luftfeuchte zu einer Gewichtszunahme, also zu einer Erholung führt. Diese Erholung ist bei Haltung in 10 %iger Luftfeuchte nicht mehr möglich. Die so gehaltenen Käfer verlieren ihr Gewicht ebenso schnell wie die unter gleichen Bedingungen gehaltenen Kontrolltiere. Ebenso zeigt sich auch bei den entoleterbehandelten Tieren, daß trotz der Haltung in 50 %iger Luftfeuchte, die normalerweise keinen nennenswerten Gewichtsverlust zur Folge hat, der Nahrungsentzug zu weiteren und dem bei Kontrolltieren ganz ähnlich verlaufenden Gewichtsverlust führt.

Ergebnis: Es kann also festgestellt werden, daß durch die Entoleterbehandlung bei allen Versuchsgruppen mit den verschiedenen Feuchtigkeitsstufen bis zu zwölf Stunden nach der Behandlung ein stärkerer Gewichtsverlust eintritt als bei den Kontrolltieren. Von etwa der zwölften Stunde ab nimmt bei Nahrungsentzug und bei sehr trockener Luft das Gewicht bis zum Tode der Käfer weiterhin, wenn auch nicht mehr so schnell, ab. Bei Nahrung und bei ausreichender, d. h. mindestens 50 %iger rel. Luftfeuchte jedoch nehmen die Käfer nach Ablauf der ersten zwölf Stunden ständig an Gewicht zu; sie erholen sich also von der Entoleterbehandlung und deren Nachwirkungen.

Der Gewichtsverlust der entoleterbehandelten Käfer, der stärker ist als der der unbehandelten unter denselben Bedingungen gehaltenen Käfer rechtfertigt die Ansicht, daß der Gewichtsverlust in erster Linie auf die Wasserverdunstung zurückzuführen ist, daß also die verdunstungshemmende Epikutikula beschädigt ist.

4. Absterben der Käfer nach gleicher Entoletervorbehandlung bei
Haltung in den Luftfeuchten von 50 bis 60 %: 95 bis 100 %:
5 bis 10 % bei gleichbleibender Temperatur (23° C)

Bei Aufenthalt der entoleterbehandelten Käfer in verschiedenen Luftfeuchten zeigt sich nun, daß die Lebensdauer der Käfer von der umgebenden Luftfeuchte abhängig ist.

a) bei 50 bis 60 %iger rel. Luftfeuchte

Werden die Käfer nach der Entoleterbehandlung mit Futter bei 50 bis 60 %iger Luftfeuchte gehalten, so starben im Laufe von vier Tagen etwa 80 % der Käfer ab (Abb. 5, Kurve Ia); und zwar ist im Laufe des ersten Tages die Zahl der abgetöteten Käfer noch gering —

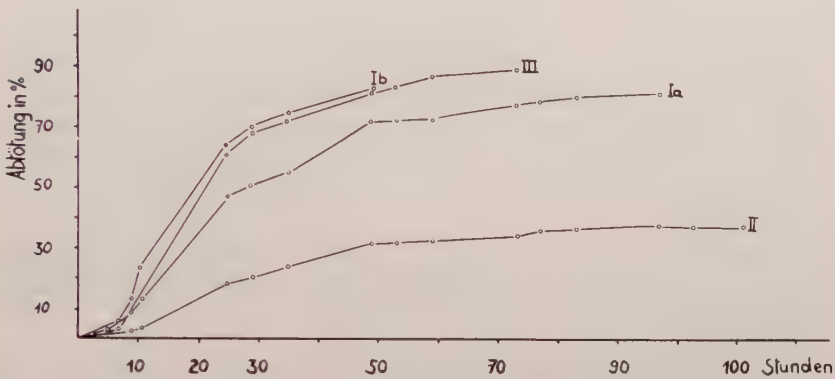


Abb. 5. Lebensdauer der nicht durch Entoleterbehandlung unmittelbar vernichteten Käfer in ihrer Abhängigkeit von verschiedenen Luftfeuchten und von der Nahrung bei gleicher Entoletervorbehandlung. — Abszisse: Zeit in Stunden nach der Entoleterbehandlung, Ordinate: abgestorbene Käfer in %.

- I a 50 bis 60 % rel. Luftf. mit Nahrung
- I b 50 bis 60 % rel. Luftf. ohne Nahrung
- II 90 bis 100 % rel. Luftf. mit Nahrung
- III 5 bis 10 % rel. Luftf. mit Nahrung

nach elf Stunden sind es 17 % —, steigt aber bis zu Beginn des zweiten Tages auf etwa 50 % an, um dann bis zum vierten Tag eine Höhe von 80 % zu erreichen. Um den zweiten Tag herum sterben die meisten Käfer ab.

• Läßt man die Käfer bei derselben Luftfeuchtigkeit während der Beobachtungszeit ohne Nahrung, so sterben ebenfalls insgesamt etwa 80 % der Käfer ab, jedoch ist die Zeitspanne, in der diese Hungerkäfer absterben, auf zwei Tage verkürzt (Abb. 5, Kurve I b). Schon zu Beginn des zweiten Tages erscheint hier der Prozentsatz abgestor-

bener Käfer (64 %) wesentlich höher als bei der Versuchsserie mit gefütterten Käfern (47 %).

b) bei 95 bis 100 %iger rel. Luftfeuchte

In extrem hoher Luftfeuchte sterben während des ersten Tages im Durchschnitt nur 2 % der Käfer ab. Der Abtötungsprozentsatz erreicht über 17 % am zweiten Tag mit etwa 37 % am dritten Tag den Höhepunkt.

Es ergibt sich im Vergleich zu den bei 50 bis 60 %iger Luftfeuchte durchgeführten Versuchen, daß im Durchschnitt bei hoher Luftfeuchte nur etwa halb so viel Käfer absterben (Abb. 5, Kurve II).

c) bei 5 bis 10 %iger rel. Luftfeuchte

Bei niederer Luftfeuchte sterben die Versuchskäfer sehr schnell ab. Bereits zu Beginn des dritten Tages sind etwa 82 % der Käfer den Schädigungen erlegen, während bei 50 bis 60 %iger rel. Luftfeuchtigkeit diese Höhe erst am vierten Tag erreicht wird (Abb. 5, Kurve III).

Ergebnis: Die ungünstigsten Regenerationsbedingungen für die Epikutikula (bei 5 bis 10 % rel. Luftfeuchte) lassen nach einer Zeit von vier Tagen nur etwa 15 % Käfer weiterleben. Das werden hauptsächlich die Käfer sein, deren Epikutikula durch die Entoleterung nicht beschädigt wurde.

30 % der Käfer sterben selbst bei wassergesättigter Luft und den günstigsten Regenerationsbedingungen ab; diese Käfer sind also durch die Entoleterung irreversibel geschädigt.

Bei den restlichen etwa 50 % hängt Erholung und Lebensdauer wesentlich von der relativen Luftfeuchte ab. Eine starke Wasserverdunstung durch hohes Sättigungsdefizit läßt die Käfer schneller austrocknen als eine Regeneration der Epikutikula möglich ist.

Die Wägungsergebnisse und die Absterbeordnung bekräftigen die Ansicht, daß bei dem größten Teil der durch die Entoleterung nicht unmittelbar abgetöteten Käfer die Epikutikula so stark beschädigt ist, daß die Käfer schon bei einem geringen, normalerweise gut verträglichem Wasserdefizit der Luft schnell austrocknen und daß für eine derartig schnelle Austrocknung ein Adsorbens nicht erforderlich ist.

Besprechung und Diskussion der Ergebnisse

Sowohl die Ergebnisse der Wägungen als auch die Abtötungszahlen der entoleterbehandelten Käfer bei verschiedenen Luftfeuchten bestätigen die Vermutung, daß eine Verletzung der Epikutikula hervorgerufen wurde, die durch eine erhöhte Wasserverdunstung zum Tode der Käfer führt.

Da bei den verschiedenen Versuchen lediglich eine unterschiedliche Luftfeuchtigkeit vorherrscht und die anderen Versuchsbedingungen

nicht verändert worden sind (Versuchsergebnisse bei Nahrungsentzug s. u.), kann nur die Luftfeuchte für die unterschiedliche Sterblichkeit und unterschiedliche Gewichtsabnahme ausschlaggebend sein; und es ist berechtigt zu schließen, daß auch hier wie bei der Einwirkung von inerten Stäuben die Austrocknung eine wesentliche Todesursache ist. Die Intensität der Austrocknung ist für die Lebensdauer dieser Käfer von Bedeutung. Diese erfolgt bei 50 %iger und 10 %iger rel. Luftfeuchtigkeit durch eine so starke Abgabe von Körperflüssigkeit, daß dieser Verlust durch die Feuchtigkeit der Atmosphäre nicht wieder ersetzt werden kann.

Die starke Gewichtsabnahme der entoleterbehandelten Kornkäfer gegenüber der Kontrolltiere sofort nach der Behandlung muß allerdings nicht unbedingt ein Effekt der Epikutikula-Beschädigung sein und somit mit einer verstärkten Abgabe von Körperflüssigkeit durch Verdunstung in Zusammenhang gebracht werden, sondern es ist auch denkbar, daß durch die Zentrifugalkraft die im Verdauungskanal befindliche Flüssigkeit herausgepreßt wurde. Es ist aber nicht möglich, den starken Gewichtsverlust, der noch bis zwölf Stunden nach der Entoleterbehandlung zu verzeichnen ist, ebenso zu erklären.

Bei Aufenthalt der geschädigten Tiere in 95 bis 100 %iger Luftfeuchte kann bei einem Teil der Käfer die Austrocknung verhindert werden, da zunächst infolge der hohen Luftfeuchte weniger Körperflüssigkeit verdunstet und ein Ausheilen der Verletzungen erfolgen kann (Wigglesworth 1946 u. a.). Bei den Käfern, die trotz Aufenthalt in hoher Luftfeuchte absterben, wird dies neben anderen Ursachen durch irreparable Epikutikulaschäden bedingt sein. Wahrscheinlich bewirkt auch bei diesen letztgenannten Käfern die feuchtigkeitsgesättigte Luft eine Verlängerung der Lebensdauer. Vergleicht man nämlich die Prozentzahlen der abgestorbenen Käfer bei beiden Feuchtigkeitsstufen, so ergibt sich, daß bei 50 %iger rel. Luftfeuchtigkeit bereits zu Beginn des zweiten Tages etwa 47 % der Käfer abgestorben sind, also weit mehr als bei der 95 bis 100 %igen Luftfeuchtigkeit im ganzen Versuchsablauf absterben; es ist anzunehmen, daß die letzteren Käfer mit denen identisch sind, die bei der 50 bis 60 %igen Luftfeuchte im Verlaufe des ersten Tages absterben.

Bei den in trockener Luft gehaltenen Käfern macht sich nach etwa 50 Stunden eine besonders starke Gewichtsabnahme bemerkbar. Hier scheinen die Käfer soviel Energie verloren zu haben, daß sie nun einer besonders starken Gewichtsminde rung nicht mehr standhalten können. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß die Epidermis bei der Verdunstung an der Körperoberfläche in regulierender Weise wirkt (Eder 1942).

Ein Vergleich zwischen den Abtötungsziffern und den Gewichtsverlusten bei den Käfern, die nach der Entoleterbehandlung bei gleicher

Luftfeuchte mit Nahrung versehen wurden und denen, die ohne Nahrung verblieben, zeigt, daß die Hungertiere stärker an Gewicht abnehmen und schneller absterben. Dies weist darauf hin, daß das Futter mit seinem Wasser an der Aufrechterhaltung des Wassergehaltes auch neben der Luftfeuchte unmittelbar beteiligt ist.

Der Gewichtsverlust ist sowohl von der relativen Luftfeuchte als auch von der Ernährung abhängig. Die trockene Luft entzieht den Käfern Wasser, die mangelnde Nahrung führt zum langsamen Versiegen der Stoffwechselreserven. — Es zeigt sich also, daß eine Verletzung der Epikutikula allein ausreicht, um durch anhaltenden Wasserentzug die Lebensdauer der Käfer zu verkürzen. Eine Wasseradsorption an Staubpartikelchen ist für die Austrocknung nicht wesentlich.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Nach mechanischer Beschädigung der verdunstungshemmenden Epikutikula (durch Entoleterbehandlung) nehmen Kornkäfer wie bei der Einwirkung inerter Staube so stark an Gewicht ab, daß sie in kurzer Zeit völlig austrocknen.

Die Gewichtsabnahme wird durch Verminderung der relativen Luftfeuchte beschleunigt und durch Nahrungsmangel gefördert.

In sehr hoher Luftfeuchte bei langsamer Wasserabgabe nimmt das Durchschnittsgewicht der Kornkäfer ab etwa 70 Std. nach Entoleterung wieder merklich zu. Dies kann als eine Folge der Epikutikula-Erneuerung gedeutet werden.

Bei normalerweise gut verträglicher und bei extrem niedriger Luftfeuchte ist eine hinreichende Erneuerung der Epikutikula wegen zu schneller Austrocknung nicht möglich.

Adsorbentien etwa in Form inerter Staube sind für eine tödliche Wasserabgabe nicht erforderlich.

Literatur

- Alexander, P., Kitchener, J. A. and Briscoe, H. V. A., The effect of waxes and inorganic powders on the transpiration of water through the celluloid membranes. *Trans. Faraday Soc.* 40 (1944).
—, Inert dust insecticides. *Ann. appl. Biol.* 31 (1944).
Andersen, K. Th., *Der Kornkäfer*. Verl. Parey Berlin (1938).
—, Der Einfluß der Umweltbedingungen (Temperatur und Ernährung) auf die Eierzeugung und Lebensdauer eines Insektes (*Sitona lineata*) mit postmetaboler Eientwicklung und langer Legezeit. *Z. Angew. Entom.* 20 (1934).
Clewe, H. und Buchwald, J., Modernste Gesichtspunkte bei der Schädlingsbekämpfung. *Die Müllerei* 3 (1950).
Dennell, Insect epikuticle, *Nature* 155 (1945).

- Dennell and Marck, The cuticle of the cockroach II. The epicuticle. Proc. Roy. Soc. B. 143 (1955).
- Drews, E., Neuere Entwicklung der Schädlingsbekämpfung im Ausland. Die Mülerei 3 (1950).
- Eder, Die kutikuläre Transpiration der Insekten und ihre Abhängigkeit vom Aufbau des Integumentes. Zool. Jb. Phys. 60 (1942).
- Herter, K., Untersuchungen über den Temperatursinn einiger Insekten Ztschr. f. vergl. Physiol. 2 (1924).
- , Über den Temperatursinn von Vorratsschädlingen. Mitt. Ges. f. Vorratsschutz 18., 19. Jg. (Sonderdr.) (1938).
- , Der Temperatursinn der Insekten. Verl. Duncker u. Humblot, Berlin (1953).
- Hochrainer, Der Wasserhaushalt bei Insekten und die Faktoren, die denselben bestimmen. Zool. Jahrb. Physiol. 60 (1942).
- Janisch, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Umweltfaktoren auf Insekten. Ztschr. f. Morph. u. Oekol. 17 (1930).
- Jochum, F., Der Wasserhaushalt bei durch Diäthyl-p-nitrophenylthiophosphat (E 605) erkrankten Insekten. Z. Pflzkrkhten u. Pflzschutz 60 (1953).
- , Durch Diäthyl-p-nitrophenylthiophosphat abgeänderte Reaktionsketten im Insektenorganismus. Im Druck (1956).
- Kalmus, Action of inert dust on insects. Nature 155 (1944).
- Lindner, A., Statistische Methoden. 2. Aufl., Verl. Birkhäuser, Basel (1951).
- Mather, K., Statistische Analysen in der Biologie, 2. Aufl. Komiss. Verl. Springer, Wien (1955).
- Müller, K., Beiträge zur Kenntnis des Kornkäfers. Z. f. angew. Entom. 13 (1928).
- Pavlakos, J., Experimentelle Untersuchungen über Biologie und Ökologie des Kornkäfers. Diss. München (1931).
- Pfaff, W., Untersuchungen über den Aufbau der Insektenkutikula und den Eindringungsmechanismus des Kontaktinsektizides E 605. Höfchenbriefe 3 (1952).
- Schmidt, G., Physiologische Untersuchungen zur Transpiration und zum Wasserhaushalt der Gattung Carabus. Zool. Jb. Physiol. 65 (1955).
- Wigglesworth, V. B., Action of inert dusts on insects. Nature 153 (1944).
- , Water relations on insects. Experientia 2 (1946).
- Zacher, F., Neue Untersuchungen über die Einwirkung oberflächenaktiver Pulver auf Insekten. Zool. Anz. Suppl. 10 Verh. Dtsch. Zool. Ges. (1937).
- , Neue Untersuchungen über die Wirkung oberflächenaktiver Pulver auf Insekten. III. Congres international de Phytopharmacie. Phytatrie Phytopharmacie (1952).
- Zacher, F. und Kunicke, Untersuchungen über die insektizide Wirkung von Oxyden und Karbonaten. Arb. Biol. B.Anst. 18 (1930).
- Zirkel, H., Kann der Entoleter bedenkenlos in der Mühle Verwendung finden? Die Mühle, Heft 6 (1954).

BUCHERSCHAU

Hannemann, H.-J., Schwämme und Hohltiere. Sammlung Götschen, Bd. 442, 95 S., 80 Abb. (Verl. Walter de Gruyter u. Co.), Berlin 1956. — Preis: DM 2,40.

Die vom Verlag nach dem Kriege nach neuen Gesichtspunkten herausgegebene Reihe: „Das Tierreich“ ist um einen weiteren wichtigen Band bereichert worden. Er enthält in knapper, exakter Darstellung das heutige Wissen über die interessanten, leider oft vernachlässigten Tiergruppen der Schwämme und Hohltiere. Stellt der allgemeine Teil zunächst eine Einführung in die Kenntnis von der Morphologie und Biologie der Schwämme dar, von ihrem Körperbau, ihrer Ernährung, ihrer Fortpflanzung und Entwicklung, so gibt das folgende Kapitel einen Überblick vom neuesten Stand ihrer Systematik. — Der weitaus größte Teil des Bändchens ist aber den Coelenteraten gewidmet, deren Ordnungen dem System nach einzeln abgehandelt werden, wobei jeweils nach Beschreibung ihrer morphologischen und biologischen Besonderheiten die Hauptvertreter namentlich angeführt und z. T. durch klare übersichtliche Zeichnungen bzw. sorgfältig ausgewählte Fotos belegt werden. Wenn auch die Götschenbändchen vor allem als Einführung in ein Spezialgebiet gedacht sind, so enthalten sie, wie z. B. der vorliegende Band — in gedrängter Form aber eine Fülle von Einzeltatsachen, die das Buch besonders für Studierende zur Orientierung oder auch zur Wiederholung als geeignet erscheinen läßt.

D. L ü d e m a n n

J. Paclt, Biologie der primär flügellosen Insekten. 258 S., 138 Abb. (Gustav Fischer) Jena 1956. — Preis: geb. DM 27,—.

Verf. macht in dem vorliegenden Buch den Versuch, die weit verstreute Literatur über die primär flügellosen Insekten (Collembolen, Proturen, Dipluren und Thysanuren) in übersichtlicher Form auszuwerten und zusammenzustellen. Die einzelnen Abschnitte behandeln: Abstammung, System, Morphologie, Anatomie und Histologie, Ontogenese, Physiologie, Bionomie und Ökologie, geographische Verbreitung und ökonomische Bedeutung der Apterygoten, die vom Verf. als phylogenetisch zusammengehörige Gruppe der Insekten aufgefaßt werden. Ein einfacher Schlüssel ermöglicht die Bestimmung der Familien. Den Abschluß bildet ein umfassendes Verzeichnis der Literatur seit L i n n é sowie Sach-, Autoren- und Organismen-Register. Hervorzuheben ist die reiche Ausstattung des Buches mit guten, z. T. erstmalig veröffentlichten Abbildungen. Da außer der Bearbeitung H a n d s c h i n s in der „Biologie der Tiere Deutschlands“ keine ähnliche geschlossene Darstellung über die Biologie der Apterygoten existiert, ist das Erscheinen des Buches von P a c l t zu begrüßen. Es gibt dem Spezialisten und Nicht-Spezialisten die Möglichkeit, sich über die wichtigsten vorliegenden Ergebnisse zu informieren und wird darüber hinaus im Sinne des Verf. hoffentlich dazu anregen, die bestehenden beträchtlichen Lücken in der Kenntnis dieser wirtschaftlichen und systematisch wichtigen Tiergruppe zu schließen.

S t r e n z k e (Wilhelmshaven)

Carpenter, S. J. & La Casse, W. J., Mosquitoes of North America (North of Mexico). VI + 360 S., 288 Abb., 127 Tafeln. University of California Press, Berkeley 1955. — Preis: \$ 10.50.

Horsfall, W. R., Mosquitoes. Their Bionomics and Relation to Disease. VIII + 723 S., 206 Tabellen. The Ronald Press Company, New York 1955. — Preis: \$ 16.—.

Sowohl die Feststellung, daß nahezu die Hälfte unserer Stechmückenarten auch in Nordamerika heimisch ist, wie die Tatsache, daß die *Culiciden* dieses Landes in systematischer, faunistischer, medizinisch-entomologischer und bekämpfungstechnischer Hinsicht in den letzten Jahrzehnten zum Gegenstand eifriger und erfolgreicher Forschungen gemacht worden sind, lassen es geboten erscheinen, die entsprechende amerikanische Literatur aufmerksam zu verfolgen. Zwei Neuerscheinungen seien hier besprochen, deren Kenntnis auch für die deutschen interessierten Kreise von erheblicher Wichtigkeit ist und die zudem in vieler Hinsicht Zeugnis ablegen von dem hohen Stand entomologischer Publizistik in den Vereinigten Staaten.

Nachdem Howard, Dyar und Knab in ihrem bekannten dreibändigen Werk die erste grundlegende Bestandsaufnahme der nord- und mittelamerikanischen Stechmücken durchgeführt hatten, hat Matheson 1929 und 1944 noch einmal die *Culicidenfauna* allein des noramerikanischen Kontinentes zusammenfassend dargestellt. Beide Werke sind heute vergriffen und kaum noch erhältlich. In den letzten Jahren sind außerdem viele neue Erkenntnisse über Taxonomie, Verbreitung und medizinische Bedeutung der behandelten Insektengruppe gewonnen worden.

So ist es zu begrüßen, daß die beiden Autoren des zuerst genannten Werkes eine relativ wohlfeile, gut ausgestattete und den letzten Forschungsergebnissen Rechnung tragende Bearbeitung der nordamerikanischen Stechmücken vorlegen. Der Inhalt gliedert sich in einen allgemeinen und einen speziellen Teil. Im erstgenannten werden kurzgefaßte Angaben über Lebensweise, Sammel- und Präparationstechnik gemacht. Ferner wird ein gedrängter Abriß der Morphologie und Anatomie gegeben. Im speziellen Teil werden die 143 nordamerikanischen Stechmückenarten behandelt, die sich auf die Gattungen wie folgt verteilen: *Anopheles* (14), *Toxorhynchites* (2), *Wyeomyia* (4), *Uranotaenia* (4), *Culiseta* (7), *Orthopodomyia* (3), *Mansonia* (3), *Psorophora* (12), *Aedes* (64), *Culex* (28), *Deinoceritis* (2).

Den bis zu den Genera und Arten führenden Bestimmungstabellen folgen eingehende Beschreibungen jeder einzelnen Spezies im weiblichen und männlichen Geschlecht sowie im Larvenstadium und detaillierte Angaben über das bisher bekannte Vorkommen in Kanada und den Vereinigten Staaten. Mitteilungen über die Lebensweise sowie über die medizinische und hygienische Bedeutung als Krankheitsüberträger und Plageerreger schließen sich an. Beigegebene Abbildungen der Hypopygien und der zur Bestimmung wichtigen Larventeile erleichtern das Erkennen der Arten. Höchst begrüßenswert ist das Bekenntnis der Autoren zu Großgattungen unter Verweisung der zahlreichen inzwischen geschaffenen Kleingattungen in den Rang von Untergattungen, ein sehr zur Nachahmung empfohlenes Vorgehen. Das erschöpfende Literaturverzeichnis enthält die erhebliche Anzahl von etwa 770 Zitaten.

Beigegeben sind auf 127 Schwarz-Weiß-Tafeln von japanischer Künstlerhand angefertigte Darstellungen der Imagines fast aller beschriebenen Arten im weiblichen Geschlecht. Leider fehlt ein Größenmaßstab, so daß man sich beim Betrachten der Abbildungen kein Bild von der wirklichen Größe

der Tiere sowie von den Größenverhältnissen der einzelnen Arten untereinander machen kann. Über den Wert der ganzseitigen Wiedergabe sehr ähnlicher Arten kann man verschiedener Auffassung sein, besonders wenn die Unterscheidungsmerkmale, wie etwa bei den Arten der *Aedes communis*-Gruppe, zum Teil in der Art und Weise der Pleurenbeschuppung liegen. Es wäre vielleicht vorteilhafter, nur eine Art aus einer solchen Gruppe und von den naheverwandten lediglich die wirklich der Determination dienenden Körperpartien abzubilden.

Den Autoren ist mit dem Buch ein großer Wurf gelungen; als Standard- und Nachschlagewerk sollte es in jede Fachbücherei und in die Hand aller an der Kenntnis dieser bestdurchforschten großen Insektengruppe interessierten Fachkollegen gehören.

Der Verfasser des zweiten Buches hat sich ein anderes Ziel gesetzt. Unter Ausdehnung der Betrachtung auf die Stechmücken aller Faunengebiete werden bei möglichst vollständiger Ausschöpfung der vorhandenen Literatur die Lebensweise dieser Tiergruppe und ihre Beziehungen zu Krankheiten zusammenfassend dargestellt. Der besseren Übersichtlichkeit halber wird der Stoff systematisch angeordnet, wobei die gegenwärtig gültige Klassifikation der Stechmücken zugrundeliegt. Es ist das Anliegen des Verfassers, durch Darlegung des gegenwärtigen Standes — sowie der Lücken — unseres Wissens den Ausgangspunkt für neue Untersuchungen zu geben, den Blick auf Fragen, die besondere Beachtung verdienen, zu lenken sowie von der nutzlosen Wiederholung bereits gut fundierter Forschungsergebnisse abzuhalten.

Es werden bekanntere und der Krankheitsverbreitung verdächtige oder überführte Arten eingehend, weniger bekannte Spezies — wie auch weniger durchgearbeitete Gattungen — in tabellarischer Form behandelt. Eine Reihe weiterer Tabellen unterrichtet über die Beziehungen der wichtigeren pathogenen Organismen zu den Stechmücken.

Fragen von allgemeinerer Bedeutung für die Subfamilie *Culicinae* werden in einem einleitenden Kapitel besprochen. Ebenso wird mit den meisten Gattungen und Untergattungen verfahren, denen bei Bedarf Beschreibungen der allen Spezies gemeinsamen Lebenserscheinungen vorangestellt werden.

Von den 12 000 zur Bearbeitung herangezogenen Referaten sind über 4000 nach ihrer Wichtigkeit ausgewählte in der Bibliographie angeführt, darunter bemerkenswert viele der außeramerikanischen Literatur.

Ein Verzeichnis der in der Stechmückenkunde üblichen Fachausdrücke mit Erklärungen und ein Sonderverzeichnis der „Mittel und Methoden der Forschung“ behandelnde Referate beschließen das Buch, das als Nachschlagewerk und zur raschen Orientierung in der Bibliothek jedes Parasitologen, jedes Mikrobiologen, jedes Hygienikers und jedes sich mit Stechmückenfragen befassenden Entomologen zu finden sein sollte.

E. Kirchberg

Erna Weber, Grundriß der Biologischen Statistik für Naturwissenschaftler, Landwirte und Mediziner. 2. Aufl. 546 S. (Gustav Fischer-Verlag) Jena 1956, — Preis: Ganzleinen DM 45,—.

Im Rahmen der biologischen Wissenschaften gibt es heute bereits eine ganze Reihe von Techniken, deren bessere Beherrschung dem forschend tätigen Naturwissenschaftler eine wesentliche Hilfe bedeuten würden, wenn sie nicht vielfach schon so ausgefeilt wären, daß sie fast zu Hilfswissenschaften wurden, zu denen man nur durch ein besonderes Studium Zugang gewinnen kann. Nur in seltenen Fällen gibt es gute und zuverlässige Ein-

führungen in solche „abseits vom Wege“ liegenden Wissenschaften, die es auch dem Nichteingeweihten gestatten, sich in angemessener Form über Möglichkeiten und Grenzen solcher Hilfsmittel zu orientieren. Für das Gebiet der biologischen Statistik kommt das vorliegende Werk diesem Wunsch in hervorragender Weise nach. Bekanntlich hatte schon die erste, 1948 erschienene Auflage des Grundrisses schnell eine weite Verbreitung gefunden. Die zweite wird sich neue Freunde erwerben, zumal sie völlig umgearbeitet und wesentlich erweitert worden ist. Die zur Beurteilung biologischer Versuchsreihen mit quantitativen Messungen so wichtige Varianzanalyse wurde erheblich ausgebaut und dürfte jetzt den Anforderungen der meisten praktisch vorkommenden Fälle genügen. In die Korrelationsrechnung wurde die „Korrelation innerhalb der Gruppen“ aufgenommen sowie die bei physiologischen Versuchen auftretende Nicht-lineare Abhängigkeit zwischen zwei Variablen. Neu aufgenommen wurden die Kovarianzanalyse, welche dazu dienen kann, die Genauigkeit eines Experiments zu vergrößern, die Diskriminanzanalyse, welche den Zweck verfolgt, eine Trennung verschiedener Gesamtheiten vorzunehmen oder fragliche Elemente einer der Gesamtheiten zuzuordnen und schließlich die zur Beurteilung von Toxizitätsversuchen hervorragende Dienste leistende Probitanalyse. Dieses sind nur einige wenige Hinweise, welche den ganzen Reichtum des Buches nur andeutend streifen. Es wartet auf seine Leser und es wird vor allem dem auf Reproduzierbarkeit seiner Versuchsergebnisse bedachten Forscher auf dem Gebiet der angewandten Biologie eine Fülle von Anregungen vermitteln, wie seine Untersuchungen so ausgewertet werden können, das sie jeder Kritik standhalten.

K. Becker

31. Deutsche Pflanzenschutz-Tagung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Kassel, 10. bis 14. Oktober 1955 (Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, Heft 85) 206 S., 2 Kunstdrucktafeln, 46 Abb. (Verlag Paul Parey) Berlin und Hamburg 1956. — Preis: 21,— DM.

Auf der vorjährigen Deutschen Pflanzenschutz-Tagung wurden die Themen „Pflanzenschutz und Biozönose“, „Pflanzenschutz in betriebswirtschaftlicher Hinsicht“, „hygienisch toxikologische Pflanzenschutzprobleme“, „gartenbaulicher Pflanzenschutz“, „Holzschutz“ und „Unkrautbekämpfung“ behandelt. Von den 38 Vorträgen, die im vorliegenden Heft wörtlich oder im Auszug wiedergegeben sind, seien die folgenden genannt: Dr. G. Schrader: Rückschau auf zwei Jahrzehnte Phosphorchemie; F. Schwerdtfeger: Biozönose und Pflanzenschutz; C. G. Johnson: Distribution and dispersal of aphids in the air; E. Haine: Häutung, Abflug und Landung der Blattläuse in Wechselwirkung auf die Blattlauszahlen in der Luft; J. Franz: Natürliche Feinde und Nährpflanze als biozönotische Begrenzungsfaktoren bei Gradationen der Tannenstammlaus, *Adelges (Dreyfusia) piceae* (Ratz.); O.-F. Niklas: Das Auftreten von Krankheiten, insbesondere der „Lorcher Seuche“, in Freilandpopulationen des Maikäfer-Engerlings; G. Mathys: Das Massenaufreten von Spinnmilben als biozönotisches Problem; J. Berker: 1. Über die Bedeutung der Raubmilben innerhalb der Spinnmilben-biozönose auf Äpfel. 2. Über den Einfluß zweier Raubmilben auf den Populationsverlauf von *Metatetranychus ulmi* Koch; H. Steiner: Über den Einfluß chemischer Mittel auf die Biozönose von Apfelanlagen; E. Schlabritzky: *Prospaltella perniciosi* Tower — ein Beitrag zur biologischen Bekämpfung; B. Heidemann: Oberirdische biozönotische Horizonte in Kulturbiotopen; H. H. Baring: Die Wirkung insektizider Ganzflächen-

behandlung auf die Mesofauna des Ackerbodens. G. Unterstenhöfer: Über die betriebswirtschaftlichen Grundlagen der Pflanzenpathologie; E. Reisch: Die betriebswirtschaftliche Stellung und Bedeutung des landwirtschaftlichen Pflanzenschutzes; F. Bär: Hygienische Forderungen im Pflanzenschutz; S. Tilgner: Über Blutbefunde und Leberveränderungen bei chronischen γ -HCH-Intoxikationen; S. Bombosch: Möglichkeiten und Grenzen der Identifizierung von Kontaktinsektiziden durch den biologischen Test; K. Zanon: Toxikologische und biologische Wirkung von Malathion; H. Bremer: Aktuelle Pflanzenschutzprobleme im deutschen Gemüsebau; H. Pape: Dringende Pflanzenschutzfragen im Blumen- und Zierpflanzenbau; M. Ehlers: Zur vorbeugenden Bekämpfung von Wurzelfliegen bei Gemüse durch Saatgutbehandlung; H. Zycha: Der Biologe als Holzschutzfachmann.
H. Kemper

H. Gäbler, Forstschutz gegen Tiere. 368 S., 281 Abb. im Text, 4 Farbtafeln (Neumann-Verlag). Radebeul und Berlin 1955. — Preis: Ganzln. 26,— DM.

Zunächst ist auf 57 Seiten alles wichtige über Prognose, Bekämpfung und Erfolgskontrolle bei Schädlingskalamitäten im Wirtschaftswald gesagt. Dann folgt ein Kapitel (22 S.) über allgemeine Entomologie. Der spezielle Teil befaßt sich zunächst mit den forstlich nützlichen Tierarten, dann mit den „täuschenden Forstinsekten“ (darunter sind solche verstanden, die wegen zeitweilig stärkeren Auftretens oder wegen Ähnlichkeit mit Schädlingen oft unberechtigterweise zur Beunruhigung Anlaß geben) und schließlich die Schadtiere. Bei den einzelnen Arten sind das Aussehen auf den verschiedenen Entwicklungsstadien, die Lebensweise und vielfach auch die speziellen Bekämpfungsverfahren angegeben. Vielleicht wäre es vorteilhafter gewesen, die Zahl der berücksichtigten Tierarten zu reduzieren, denn es ist zu befürchten, daß von den biologisch nicht geschulten Praktikern, an die sich das Buch auch wendet, manche durch die Formenfülle etwas entmutigt und verwirrt werden. Solche Arten, die nur gelegentlich einmal an Bäumen fressen und solche, deren räuberische Ernährungsweise bekannt ist, die aber deshalb noch keineswegs eine beachtenswerte Hilfe im Kampf gegen die Großschädlinge leisten, wären, wie gesagt, im Interesse der Nichtbiologen wohl besser unerwähnt geblieben. Natürlich wird der Biologe, der die gesamte Fauna des Waldes berücksichtigen muß, die Reichhaltigkeit des Gebotenen begrüßen. Er findet hier vieles, was er sich sonst aus Handbüchern und Zeitschriftenbänden mühsam zusammensuchen müßte. Überdies ist manches von dem, was dort geschrieben steht, heute überholt, während hier auch die neuesten Erkenntnisse und Erfahrungen Beachtung gefunden haben.

Das Buch schließt mit einem kurzen Kapitel über die Waldweide, einer Aufstellung der Schädlinge nach Holzarten geordnet und auch einem Sachregister. Die zahlreichen Literaturnachweise sind den einzelnen Kapiteln angefügt. Alle wichtigen Tierarten und ihre Entwicklungsstadien sind größtenteils in einfachen, aber doch recht klaren Strichzeichnungen und die Schadbilder meist nach guten Fotografien wiedergegeben. H. Kemper

H. Mittelstaedt, Regelungsvorgänge in der Biologie. 177 S., 76 Abb. (Verlag R. Oldenbourg) München 1956. — Preis: Hlw. 16,—DM.

Dieses kleine Büchlein enthält eine Reihe von Vorträgen, die auf einer Tagung „Biologische Regelung“ am 2. und 3. April 1954 in Darmstadt gehalten wurden. Bereits das Vorwort aus der Feder von Erich v. Holst läßt erkennen, daß hier nicht das Tier als eine komplizierte Maschine aufgefaßt und dementsprechend analysiert werden soll, sondern daß mit Hilfe der von den Technikern erarbeiteten Theorie der Regeltechnik biologische Probleme

einer Lösung näher gebracht werden sollen. Besonders begrüßenswert erscheint im Rahmen der Fachvorträge das Referat von H. Schaefer (Heidelberg), der sich mit der Stellung der Regeltechnik im System der Wissenschaften vom philosophischen Standpunkt her auseinandersetzt. Er kommt dabei zu der Auffassung, daß regeltheoretische Betrachtungen auf biologischem Gebiet zwar einen beträchtlichen heuristischen Wert haben, letztlich aber doch metaphysischer Art sind. Auf den heuristischen Wert weist auch Mittelstaedt besonders hin; die regeltheoretische Betrachtungsweise führt nach seiner Ansicht nicht nur zu neuen Arbeitshypothesen und Untersuchungsmethoden, sondern auch zu einer erheblich klareren Darstellungsweise von biologischen Regelvorgängen. Dies wird besonders deutlich durch seine eigenen Ausführungen über „Regelung und Steuerung bei der Orientierung der Lebewesen“ sowie das Referat von H. Drischel über die „Dynamik vegetativer Regelvorgänge“ (illustriert). Damit ist aber der Inhalt des kleinen, sehr ansprechenden Bändchens keineswegs erschöpft. Die beiden ersten Referate dienen der Einführung; dann folgen, außer den bereits genannten, noch Vorträge über Temperatur- und Blutzuckerregelung, Probleme des Zentralnervensystems, Bereichseinstellung von Sinnesorganen, Regelvorgänge im Insektenstaat u. a. Ohne Zögern kann man das Buch allen, die sich mit biologischen Regelvorgängen beschäftigen, zur Lektüre empfehlen.

W. Peters

Erich Mühle, Kartei für Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung. 1. und 2. Lieferung, 44 Einfach-, 48 Doppel- und 2 Zweifach-Karten, Format, DIN A 5 quer, in 2 Papphüllen (S. Hirzel-Verlag) Leipzig 1954 und 1955. — Preis: Je Lieferung 4,50 DM.

Auf die Vorteile, die dieses ganz den Bedürfnissen der Praxis angepaßte Werk gegenüber Lehr- und Nachschlagebüchern bietet, wurde bei der Besprechung der 1. Lieferung (vgl. ds. Ztschr. Jg. 41, S. 225) bereits hingewiesen. Die jetzt vorliegenden Karten lassen sich in das gut durchdachte Ordnungssystem eingliedern, bringen in knapper Form alles wesentliche über Aussehen, Lebensweise und Bekämpfung der betreffenden Krankheiten und Schädlinge und sind wiederum mit klaren anschaulichen Strichzeichnungen der einzelnen Entwicklungsstadien und der Schadbilder ausgestattet.

H. Kemper

Horst Müller, Die Forellen. Die einheimischen Forellen und ihre wirtschaftliche Bedeutung. (Heft 164 der „Neuen Brehm-Bücherei“) 42 S., 25 Abb. (A. Ziemsen-Verlag) Wittenberg Lutherstadt 1956. — Preis: 2,25 DM.

In gedrängter Form hat der Autor alles wesentliche über Bau, Lebensweise, Krankheiten und Feinde, Fang und künstliche Zucht der wirtschaftlich wichtigen Forellen leicht verständlich dargestellt. Er zeigt, daß diese hochwertigen Edelfische auch unter den bei uns heute herrschenden Verhältnissen (Verschmutzung und Begradigung vieler natürlicher Gewässer) durch planmäßige und biologisch richtige Bewirtschaftung noch stark vermehrt werden können.

H. Kemper

Rudi Wagenführ u. Alf Steiger, Pilze auf Bauholz. 64 S., 48 Abb. (Heft 168 der „Neuen Brehm-Bücherei“) (A. Ziemsen-Verlag) Wittenberg Lutherstadt 1956. — Preis: 3,75 DM.

Der kurz gefaßte Text und die sehr instruktiven Abbildungen (nach Fotos) sind gut geeignet, auch dem Nichtfachmann das Erkennen und die Bekämpfung aller wirtschaftlich wichtigen holzerstörenden Pilze zu ermöglichen.

H. Kemper

V. B. Wigglesworth, Physiologie der Insekten (Deutsche Übersetzung von Martin Lüscher). 823 S., 355 Abb. (Birkhäuser Verlag) Basel und Stuttgart 1955. —

Im Vorwort zur ersten Auflage schrieb der Verfasser: „Die Physiologie der Insekten kann als das Werkzeug der angewandten Entomologie betrachtet werden. Denn obschon es nicht das Ziel der Physiologie ist, direkt Methoden der Insektenbekämpfung zu liefern, so ist doch die rationelle Anwendung von Bekämpfungsmaßnahmen — ob es sich nun um die Anwendung von Insektiziden oder um künstliche Eingriffe in den Lebensraum des Insektes handelt — von der Kenntnis der Physiologie des betreffenden Insektes abhängig. So kann die Physiologie dazu dienen, bestehende Maßnahmen zu rationalisieren oder schwache Punkte in der ökologischen Rüstung einer Art aufzudecken. Die Kenntnis der Ökologie einer Art ist immer eine Voraussetzung für die wirksame Bekämpfung; ihre Ökologie kann aber nur richtig verstanden werden, wenn ihre Physiologie bekannt ist.“ Da dies zweifellos richtig ist, werden von den Deutschen besonders diejenigen, die sich mit angewandt-zoologischen Fragen beschäftigen, dem Übersetzer und dem Verlag sehr dankbar dafür sein, daß ihnen dieses kaum zu übertreffende Standardwerk jetzt auch in ihrer Muttersprache vorliegt.

Der Übersetzung lag die 4. englische Auflage zugrunde, die in dieser Zeitschrift (Jg. 39, S. 206, 1951) gewürdigt wurde. Doch konnten auch noch die in der 5. Auflage (1953) vom Autor gebrachten Addenda aufgenommen werden. Der behandelte Stoff ist in 15 Abschnitte gegliedert, die folgende Überschriften tragen: Die Entwicklung im Ei, das Integument, das Wachstum, Muskelsystem und Fortbewegung, das Nervensystem, Sinnesorgane: Das Sehen, Sinnesorgane: Mechanische und chemische Sinne, das Verhalten, die Atmung, das Zirkulationssystem und damit in Verbindung stehende Gewebe, Verdauung und Ernährung, Exkretion, der Stoffmangel, Wasser und Temperatur, Fortpflanzung. Jedem Abschnitt ist ein umfangreiches und gut gesichtetes Literaturverzeichnis angefügt. Ein Autoren- und ein Sachregister erleichtern die Benutzung. Für jeden, der sich wissenschaftlich mit Insekten befaßt, ist das Buch schlechthin unentbehrlich. H. Kemper

Wolfgang Crome, Taranteln, Skorpione und Schwarze Witwen. Ein Streifzug durch das Reich der „giftigen“ Spinnentiere. (Heft 167 der „Neuen Brehm-Bücherei“) 94 S., 75 Abb. (A. Ziemsen-Verlag) Wittenberg Lutherstadt 1956. — Preis: 3,75 DM.

Verf. hat sorgfältig alles, was über die Giftigkeit von Spinnentieren bisher berichtet wurde, zusammengetragen und kritisch bewertet. Viele von den Anschuldigungen, die früher erhoben wurden und alle Spinnenartigen beim Laien in Verruf gebracht haben, sind unberechtigt. Es gibt nur wenige Arten, die für den Menschen gefährlich sind. Das recht flüssig geschriebene und mit guten Abbildungen ausgestattete Heft enthält neben den genannten Richtigstellungen eine Fülle von Angaben biologischer Art über diese hochinteressante und bisher zu wenig beachtete Tiergruppe. H. Kemper

Besprechung vorbehalten

Menz, K. W., Grundlagen der Pharmakologie für Apotheker, Chemiker und Biologen. 6. Aufl., 398 S., 90 teils mehrfarb. Abb., 41 Tab. (Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m. b. H.) Stuttgart 1955. — Preis: DM 32,—.

Hutner, S. H., Lwoff, A., Biochemistry and Physiology of Protozoa. 2. Bd., 368 S., Abb. und Tab. (Academic Press Inc.) New York 1955. — Preis: \$ 9,—.

- Zietschmann-Krölling, Lehrbuch der Geschichte der Haustiere. 2. Aufl., 494 S., 849 Teildarstellungen in 597 Textabb. (Verlag Paul Parey) Berlin und Hamburg 1955. — Preis: DM 88,—.
- Lees, A. D., The Physiology of Diapause in Arthropods. 151 S., 25 Abb. (Cambridge University Press) London 1955. — Preis: 12 s. 6 d.
- Starck, D., Embryologie. 688 S. (Georg Thieme Verlag) Stuttgart 1955. — Preis: DM 78,—.
- Lhoste, J., Les Rongeurs Domestiques Nuisibles. 149 S. (S. Dunod) Paris 1955. — Preis: Fr. 730.
- Cole, W. H., Some Physiological Aspects and Consequences of Parasitism. 90 S. (Rutgers University Press) New Brunswick, New Jersey 1955. — Preis: \$ 2.
- Shehy, E. J., Animal nutrition. 732 S. (Macmillan & Co.) London; (St. Martin's Press) New York. — Preis: 30 s.
- Fulton, J. F., A textbook of physiology. 1275 S. (W. B. Saunders Co.) Philadelphia u. London 1955. — Preis: 94 s 6 d.
- Przygodda, Wilfried, Pflanzenschutzmittel und Vogelwelt mit Berücksichtigung der übrigen freilebenden Tierwelt. Biologische Abhandlungen 12, 1955 (Fortsetzung der Schriftenreihe „Ornithologische Abhandlungen“). Herausg. Dr. H. Bruns und Dr. O. Niebuhr, Würzburg-Versbach. Preis je Heft im Abonn. DM 2,—, Einzelbezug DM 2,50.
- Granit, R., Receptors and Sensory Perception. 369 S. (Geoffrey Cumberlege, Oxford University Press) London 1955. — Preis: 4 os.
- Beier, Walter und Dörner, Erich, Der Ultraschall in Biologie und Medizin, 167 S., 69 Abb. (Georg Thieme Verlag) Leipzig 1955. — Preis: DM 17,50.
- Schenck, M., Grundriß der physiologischen Chemie für Veterinärmediziner, Humanmediziner und Biologen. 2. Aufl., 299 S. (Gustav Fischer Verlag) Jena 1955. — Preis: DM 16,40.
- Schimitschek, Erwin, Schlüssel zur Bestimmung der wichtigsten forstlich schädlichen Käfer, 2. neubearb. Aufl., 109 S., 145 Abb., 3 Tafeln (Springer-Verlag) Wien 1955.
- Dembowski, J., Tierpsychologie, Übersetzung aus dem Polnischen. 97 Abb. (Akademie-Verlag) Berlin 1955. — Preis: Geb. DM 20,—.
- Fischel, Werner, Die kämpferische Auseinandersetzung in der Tierwelt. 2. erweiterte Auflage. 96 S., 37 Textabb. (Joh. Ambr. Barth) Leipzig 1955. — Preis: Brosch. DM 4,55.
- Friederichs, K., Die Selbstgestaltung des Lebendigen. (Synoptische Theorie des Lebens als ein Beitrag zu den philosophischen Grundlagen der Naturwissenschaft.) 221 S. (Ernst Reinhardt Verlag) München/Basel 1955. — Preis: Kart. DM 16,—, Leinen DM 18,50.
- Annual Review of Entomology, herausgegeben von E. A. Steinhaus und R. F. Smith, Univ. of California, Vol. 1, 446 S. (Verlag der Ann. Rev. inc.) Stanford, Calif., USA, 1956. — Preis: geb. \$ 7,50.
- Hartmann, M., Die Sexualität. Das Wesen und die Grundgesetzmäßigkeiten des Geschlechts und der Geschlechtsbestimmung im Tier- und Pflanzenreich. 2. Aufl., 463 S., 288 Abb. (Gustav Fischer Verlag) Stuttgart 1956. — Preis: DM 54,—.
- Schlieper, Carl, Praktikum der Zoophysiologie. 2. Aufl., 272 S., 177 Abb. (Gustav Fischer Verlag) Stuttgart 1955. — Preis: DM 23,50.

ZEITSCHRIFTENSCHAU

Forstzoologische Literatur aus dem Jahre 1955

- Anders, O., Rüsselkäferfraß an *Tsuga heterophylla*. Anz. f. Schädldke. vereinigt m. Schädldbek., 28. Jg., 1955, S. 24.
- Auersch, O., Zur Kenntnis des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoea* L.). Beitr. z. Entomol. Bd. 5, 1955, S. 96—127.
- Beal, J. A. u. Hutchins, L. M., The role of the Forest Service in Control of Insects and Diseases. Journ. of Forestry, Vol. 53, 1955, S. 128—132.
- Becker, G., Eine Farbmutation mit verändertem ökologischen Verhalten bei *Calotermes flavicollis* Fabr. (Isoptera) 1. Beitr. zur Kenntnis mediterraner Holzschädlinge. Zeitschr. f. Angew. Entomol., 1955, S. 393.
- Benjamin, D. M., Larson, J. D. u. Droos, A. T. The European Pine Sawly on the Hederson State Forest Illinois, with Notes on its Biologie and Control. Journ. of Forestry, Vol. 53, 1955, S. 359—362.
- Bennek, Engerling der Forstfeind Nr. 1? Forst u. Jagd, 5. Jg., 1955, S. 254 bis 255.
- Berwig, W., Engerlingsbek. durch maschinelle Bodenbearbeitung. Forstw. Ctrbl., 74. Jg., 1955, S. 183—186.
- Bodenstein, G., Lärchenschäden durch einen Kleinschmetterling. Anz. f. Schädldke., vereinigt m. Schädldbek., 28. Jg., 1955, S. 169.
- Bruns, H. u. Schrader, A., Abnahme der Konkondichte der Roten Kiefernbuschhornblattwespe (*Neodiprion sertifer*) bei Nestern der Roten Waldameise. Waldhygiene, Bd. 1, 1955, S. 59—62.
- Bruns, H., Internationale Konferenz über die Auswirkungen moderner Insektizide auf Säugetiere, Vögel u. Insekten. Anz. f. Schädldke. vereinigt m. Schädldbek., 28. Jg., 1955, S. 25—28.
- , Ist Vogelansiedlung in Buchenrotschwanz-Fraßgebieten eine wirksame Schutzmaßnahme? Allgem. Forstzeitschr. 10. Jg., 1955, S. 22—23.
- Burckhardt, Die Mannesmann-Regenkanone, ein neues Gerät zur forstl. Schädldbek. Der Forst- u. Holzwirt., 10. Jg., 1955, S. 262—264.
- Cornelius, R. O., How Forest Pests Upset Mangement Plans in the Douglasfir Region. Journ. of Forestry, Vol. 53, 1955, S. 711.
- Cramer, H. H., Vorbeugender Schutz gegen den Kleinen Pappelbock. Der Forst- u. Holzwirt., 10. Jg., Ausgabe A 9, 1955, S. 179.
- , Der Stand unseres Wissens über die Auswirkung großflächiger Schädldbek. auf Waldbiozönosen. Zeitschr. f. Pflanzenkrh., (Pflanzenpath.) und Pflanzenschutz, 62. Jg., 1955, S. 422—435.
- Döhrring, E., Zur Biologie des großen Eichenbockkäfers (*Cerambyx cerdo* L.) unter besonderer Berücksichtigung der Populationsbewegungen im Areal. Zeitschr. f. Angew. Zool., 1955, 3. Heft, S. 251—373.
- Ehrenhardt, H., Weitere Untersuchungen zur Engerlingsbek. mit chem. Mitteln. Nachrbl. d. D. Pflanzenschutzdienstes, Bd. 7, 1955, S. 177—192.
- Eliescu, G., Beiträge zur Kenntnis der Verteilung der Eier von *Tortrix viridana* L. auf den Zweigen. Beitr. z. Entomol., Bd. 5, 1955, S. 426.
- Fulmek, L., Wirtschaftsbereich von *Trichogramma evanescens* Wesw. u. *Tr. minutum* Ril. Anz. f. Schädldke., vereinigt m. Schädldbek., 28. Jg., 1955, S. 113—116.
- Funke, W., Die Brutfürsorge von *Oberea oculata* L. Zool. Anz. Bd. 154, 1955, S. 304.
- Franz, J., Tannenstammläuse (*Adelges piceae* Ratz.) unter einer Pilzdecke von *Cucurbitaria pithyophila* (Kze et. Schm.) De Not., nebst Beobachtung-

- gen an *Aphidoletes thompsoni* Möhn (Dipt. Itonididae) u. *Rabocerus mutilatus* Beck (Col. Pythidae) als Tannenlausfeinde. Z. f. Pflanzenkrh. 62. Bd., 1955, S. 49—61.
- Gersdorf, E., Maikäfer- u. Engerlingsbekämpfung. Anz. f. Schädldk., vereinigt m. Schädldbek. 28. Jg., 1955, S. 81—84.
- Gößwald, K., Über den Schutz von Nestern der Roten Waldameise. Merkbl. z. Waldhygiene, 1. Bd., Nr. 3, 1955.
- , Bildung von Ablegern der Kleinen Roten Waldameise durch Nesteraufteilung (Verfahren 1). Waldhygiene, 1. Bd., 1955, S. 83—98.
- , Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. Metta Kinau-Verlag, Wolf u. Täuber, Lüneburg, 1955.
- , u. Kloft, W., Untersuchungen zur Bekämpfung schädlicher Ameisen. Zeitschr. f. Pflanzenkrh. (Pflanzenpath.) u. Pflanzenschutz, 62. Bd., 1955, S. 207—219.
- , Über die Lebensdauer u. Einsatzbereitschaft von Waldameisenkolonien. Waldhygiene, 1. Bd., 1955, S. 54—59.
- , u. Bruns, H., Abnahme der Kokondichte der Roten Kiefernbuschhornblattwespe (*Neodiprion sertifer*) bei Nestern der Roten Waldameise. Waldhygiene, 1. Bd., 1955.
- Gutsche, H. J., Versuche der Mäusebekämpfung. Der Forst- u. Holzwirt, 10. Jg., Ausg. A. 6, 1955, S. 115—117.
- Györfi, J., Die in den Maikäfern u. anderen Blatthornkäferlarven schmarotzenden Wespen. Acta Zoologica Academiae scientiarum Hungaricae Tomus I Fasciuli 3—4.
- Hase, A., Schäden an Walnüssen durch Meisen im Jahre 1954. Nachrbl. d. D. Pflanzenschutzdienstes, 7. Bd., 1955, S. 15—17.
- Henze, Problematische Entwicklung der Forstschädlingbek. Allgem. Forstzeitschr. 10. Jg., 1955, S. 533—543.
- Hesse, G., Kauth, H. u. Wächter, R., Fraßblockstoffe beim Fichtenrüsselkäfer *Hylobius abietis*. Zeitschr. f. Angew. Entomol., 37. Jg., 1955, S. 239—244.
- Hill, W., 1955 — ein Borkenkäferjahr? Forst u. Jagd, 5. Jg., 1955, S. 255.
- Horber, E., Maßnahmen zur Verhütung von Engerlingsschäden u. Bekämpfung der Engerlinge. Mitt. d. Schweiz. Landwirtschaft. 1954.
- Hornsmann, Die Nonnenschlachten. Allgem. Forstztzshr., 10. Jg., 1955, S. 42—44.
- Husson, R. et Stauder, F., Lutte Chimique contre le Scolytide de l'Épicéa (*Dendroctonus micans*) Kug. Revue Forestière Française Nr. 7, 1955.
- Issel, W., u. Issel, B., Versuche zur Ansiedlung von Waldfledermausen in Fledermauskästen. Forstwiss. Ctrbl. 74. Jg., 1955, S. 193—204.
- Jost, F., Krieg, A. u. Langenbuch, R., Untersuchungen über den Einfluß der Passage durch den Darm von Raubinsekten u. Vögeln auf die Infektiosität insektenpathogener Viren. Zeitschr. f. Pflanzenkrh. (Pflanzenpath.) u. Pflanzenschutz, 62. Jg., 1955, S. 721—726.
- Kalandra, A., Kudler, J., Kolubajiv, S., Poprašovani a zamlzovani obalece dubového Tortrix viridana L v CSR v r. 1953 Sborník Československé Akademie Zemědělských Ved. Rada Lesnictví Ročník XXVIII — 1955 — Číslo 3., S. 325—354.
- Karafiát, H., Neue Wege der Populationsanalyse an rindenbewohnenden Arthropoden. Nachrbl. d. D. Pflanzenschutzdienstes 7. Bd., 1955, S. 133—136.

- Kauth, H. u. Madel, W., Über die Ergebnisse der im Schwarzwald u. Hunsrück 1952—54 durchgeführten Freilandversuche zur Anlockung des großen braunen Rüsselkäfers, *Hylobius abietis* L. mit Lockstoffen. Zeitschr. f. Angew. Entomol., 37. Bd., 1955.
- Kemper, H., Experimentelle Untersuchungen über die durch Afterwolle von *Euproctis chrysorrhoea* (Lepidoptera) erzeugte Dermatitis, verglichen mit der Wirkung von Arthropodenstichen. Zeitschr. f. Angew. Zool. 1955, S. 37—59.
- Kleinschmidt, R., Schäden an Zapfen der Europäischen Lärche (*Larix decidua* Miller) durch die Lärchensamenfliege (*Chortophila laricicola* Karl). Anz. f. Schädlkde. vereinigt m. Schädlbek. 28. Jg., 1955, S. 129—131.
- Klemm, M. u. Masurat, G., Das Auftreten der wichtigsten Krankheiten u. Schädlinge der Kulturpflanzen im Jahre 1951 im Bereich der DDR. Nachrbl. f. d. D. Pflanzenschutzdienst, 9. Jg., 1955, S. 142.
- Koch, H., Spritz-, Sprüh- u. Nebelkonzentrationen, techn. gesehen. Nachrbl. d. D. Pflanzenschutzdienstes, 7. Bd., 1955, S. 202.
- Lengerken, H. v., Brutfürsorge u. Brutpflege bei Käfern. Forsch. u. Fortschr. 29. Jg., 1955, S. 33—37.
- Leuchs, F., Aus *Scolytus rugulosus* Ratz. erzogene Parasiten. Zeitschr. f. Pflanzenkrh. (Pflanzenpath.) u. Pflanzensch. 62. Bd., 1955, S. 550—551.
- Liese, W., Zur Verwendung von Dieselöl bei der Bekämpfung des Kleinen Pappelbockes. Allg. Forstzeitschr., 10. Jg., 1955, S. 124—127.
- Löhri, H., Merkwürdiges Ende des Evidenzbestandes einer Eichenwickler-Population (*Totrix viridana*). Anz. f. Schädlkde. vereinigt m. Schädlbek., 28. Jg., 1955, S. 5—7.
- Maercks, H., Weitere Versuche zur Bekämpfung von Wiesenschnakenlarven. Zeitschr. f. Angew. Zool. 3. Heft, 1955, S. 375.
- Mayer, K., Das Trichogramma-Problem. Nachrbl. d. D. Pflanzenschutzdienstes, 8. Bd., 1955, S. 131—133.
- Merker, E., Der Massenwechsel des großen Fichtenborkenkäfers (*Ips typographus* L.) u. seine Abhängigkeit vom Standort. Beitr. z. Entomol. 5. Bd., 1955, S. 245—276.
- Meyl, Neue Wege der Erdmausbekämpfung. Der Forst- u. Holzw. 10. Jg., Ausg. A. 23, 1955, S. 482.
- Milhahn, W., Zur Lebensweise u. Bedeutung der Spitzmäuse, insbesondere der Waldspitzmaus (*Sorex araneus* L.). Forst u. Jagd, 5. Jg., 1955, S. 48—50.
- Nessenius, G., Maikäferbekämpfung 1955 im Forstamt Speyer. Merck-Blätter, Beitr. z. Schädlbek., 5. Jg., 1955, Folge 2, S. 1—12.
- , Feldmaikäferbekämpfung 1954 auf der Schwäbischen Alb. Nachrbl. d. D. Pflanzenschutzdienstes, 7. Bd., 1955, S. 54—59.
- Niklas, O. F., Die Biologie von *Balanobius salicivorus* Payk. als Inquiling von Nematius- (Pontania) Gallen an Weidenblättern. Beitr. z. Entomol., 5. Bd., 1955, S. 276—286.
- , Untersuchungen zur Ökologie der Weidengallen-Blattwespen Nematius (Pontania) proximus Lepeletier u. N. vesicator. Beitr. z. Entomol., 5. Bd., 1955, S. 129—152.
- Novak, V., Prispěvek k poznání účinnosti HCH na lýkožrouta smrkového. (Ein Beitr. z. Kenntnis der HCH-Wirkung auf den Fichtenborkenkäfer.) Sborník Československé Akademie Zemědělských Věd, Rada Lesnictví Ročník XXVIII — 1955 — Číslo 3. S. 355—375.

- Postner, M., Beschädigung von Jungfichten u. Jungbuchen durch Raupen des Großen Gabelschwanzes, *Dicranura vinula* L. (Notodontidae, Lepidopt.) Anz. f. Schädlkde. vereinigt m. Schädlbek., 28. Jg., 1955, S. 168—175.
- , Zum Auftreten der Douglasienwollaus, *Gilletteella cooleyi* Gill. (Chermesidae, Homoptera) an Sämlingen. Forstw. Ctrbl., 74. Jg., 1955, S. 235 bis 238.
- , Ungewöhnliche Schäden durch Holzwespen. (Siricidae, Hym.) Anz. f. Schädlkde. vereinigt m. Schädlbek., 28. Jg., 1955, S. 103—105.
- Prell, H., Rauchschäden bei den Tieren des Waldes. Wissensch. Zeitschr. der Techn. Hochsch. Dresden 4, 1954/55.
- Quednau, W., Über einige neue Trichogramma-Wirte u. ihre Stellung im Wirt-Parasit-Verhältnis. Ein Beitr. z. Analyse des Parasitismus bei Schlupfwespen. Nachrbl. d. D. Pflanzenschutzdienstes, 7. Bd., 1955, S. 145 bis 148.
- Richter, G., Die Engerlingsbek. in Baumschulen mit Hexa-Mitteln. Der D. Gartenbau, 1955, S. 1—3.
- , Die Engerlingsbek. mit Hexa-Mitteln in der Forstwirtschaft. Institut f. Forstwirtschaft. Eberswalde, Merkbl. Nr. 18, 1955, S. 16.
- Röhrig, E., Übersicht über die bisher beobachteten Insekten an der Pappel. Anz. f. Schädlkde. vereinigt m. Schädlbek., 28. Jg., 1955, S. 33—41.
- , Die Lärchengespinstblattwespe, *Gephaleia alpina* Klug. Untersuchungen bei der Massenvermehrung in Schleswig-Holstein. Z. f. Angew. Entomol., 37. Jg., 1955, S. 207—245.
- , Neue Lehrtafeln über Forstinsekten. Anz. f. Schädlkde. vereinigt m. Schädlbek., 28. Jg., 1955, S. 90—93.
- Ruppert, K. u. Langer, R., Die Pappelminiermotte *Cemiosoma susinella* HS. im Frankfurter Stadtwald. Allgem. Forstzeitschr. 10. Jg., 1955, S. 208—210.
- Ruppertshofen, Biologischer Forstschutz durch Vögel u. Rote Waldameisen im Stadtwald Möllen im Verlauf von 250 Jahren. Waldhygiene, 1. Bd., 1955, S. 45—49.
- Rühm, W., Über einige an Holzbrütende Ipiden gebundene Nematodenarten. Zool. Anz., 155. Bd., 1955, S. 70—83.
- , Spiegeln die Ipidenspezifischen Nematoden die Verwandtschaft ihrer Wirte wieder? Bericht über die Wandersammlung Dtsch. Entomologen, 8.—10. 9. 1954 in Berlin, 1955, S. 81—90.
- , *Sychnotylenchus abietis* n. sp. eine als Kommensale mit *Cryphalus abietis* Ratz. (Scolytidae) zus. leb. Nematodenart. Zool. Anz. 154. Bd., 1955, S. 176—182.
- Rühmekorf, E., Was ist über die Forstwirtschaftl. Bedeutung der Spitzmäuse bekannt? Waldhygiene, 1. Bd., 1955, S. 33—38.
- Schimitschek, E., Zur Kenntnis des Pappelschädling *Pygaera anastomosis* L. (Lep.-Fam. Notodontidae). Anz. f. Schädlingskde. 28. Jg., 1955, S. 153—156.
- Schindler, U., Eine neue wirksame Methode zur Bekämpfung der Erdmaus. Allgem. Forstzeitschr., 10. Jg., 1955, S. 384—386.
- , Tragbare Spritzgeräte f. den Forstschutz. Forstsch.-Merkblätter, Nr. 6, 1955.
- Schmitt, F., Experimentelle Untersuchungen über die Wirkungsdauer von Präparaten im Boden. Nachrbl. d. D. Pflanzenschutzdienstes, 7. Bd., 1955, S. 117—120.

- Schmutterer, H., Ergebnisse von Zehrwespenzuchten aus Schildläusen. 2. Teil. Beitr. z. Entomol., 5. Bd., 1955, S. 521.
- Schneider, F., Planung auf weite Sicht in der Maikäfer- u. Engerlingsbek. auf Grund einer Befallskartierung in den einzelnen Gemeinden. Zeitschr. f. Pflanzenkrh. (Pflanzenpath.) u. Pflanzensch. 62. Bd., 1955, S. 750.
- Schneiders, H., Das Schlüpfen des Falters von *Aporia crataegi* L. aus der Puppe. Zeitschr. f. Pflanzenkrh. (Pflanzenpath.) u. Pflanzenschutz, 62. Bd., 1955, S. 561—563.
- Schwerdtfeger, F. u. Schneider, G., Untersuchungen zur chemischen Bekämpfung des Kiefernknospentriebwicklers (*Evetria buolina*). Zeitschr. f. Pflanzenkrh. (Pflanzenpath.) u. Pflanzensch. 62. Jg., 1955, S. 417—422.
- , u. Darup, J., Untersuchungen über den Massenwechsel des Maikäfers. Allgem. Forst- u. Jagd Ztg., 128. Jg., 1955, S. 162—175.
- , Pathogenese der Borkenkäfer-Epidemie 1946—1950 in Nordwestdeutschland. Schriftenr. d. Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen u. Mitteilungen der Niedersächsischen Forstl. Versuchsanst., 13/14. Bd., 1955, S. 135.
- Sinnreich, A., Schaden des Lärchenblasenfußes in Österreich. Forstwesen, 96. Bd., 1955, S. 101.
- , Pappelschädlinge u. -krankheiten in Österreich, in den Jahren 1951—1954. Anz. f. Schädlkde. vereinigt m. Schädlbek., 28. Jg., 1955, S. 1—5.
- Solomon, M. E., Das Gleichgewicht von Insektenbevölkerung u. die chem. Schädlingsbek. Schädlingsvermehrungen als Folge von Insektizidbehandlung. Zeitschr. f. Angew. Entomol., 37. Jg., 1955, S. 110—121.
- Spindler, M., Innertherapeutische Insektizide. Zeitschr. f. Pflanzenkrh. (Pflanzenpath.) u. Pflanzenschutz, 62. Bd., 1955, S. 97—165.
- Templin, E. u. Otto, D., Schutz der Roten Waldameise! Forst u. Jagd, 5. Jg., 1955, S. 256.
- Teucher, G., Zum Massenwechsel der Douglasien-Wollaus (*Gilletteella cooleyi* [Gill] C. B.) in Deutschl. Nachrbl. f. d. D. Pflanzenschutzdienst, 9. Jg., 1955, S. 102—109.
- , Die Anfälligkeit der Douglasienrassen gegenüber der Douglasien-Wolllaus (*Gilletteella cooleyi* [Gill] C. B.) Forst u. Jagd, 5. Jg., 1955, S. 297 bis 299.
- , Die Anfälligkeit der Douglasienrassen gegenüber der Douglasien-Wolllaus (*Gilletteella cooleyi* [Gill] C. B.). Schluß. Forst u. Jagd, 5. Jg., 1955, S. 337—342.
- Thalenhorst, W., Zur Kenntnis der Temperatur-Entwicklungs-Relation der Kleinen Fichtenblattwespe *Pristiphora abietina* Christ. Nachrbl. d. D. Pflanzenschutzdienstes, 7. Bd., 1955, S. 199.
- , Zur Kenntnis der Fichtenblattwespen. 3. Die Apparenzen der Diprionini. Zeitschr. f. Pflanzenkrh. (Pflanzenpath.) u. Pflanzenschutz, 62. Bd., 1955, S. 353—356.
- , Entwicklungsmöglichkeiten der Prognose von Gradationen. Forstl. Großschädl. Zeitschr. f. Pflanzenkrh. (Pflanzenpath.) u. Pflanzenschutz, 62. Bd., 1955, S. 572—580.
- , Vergleichende Betrachtungen über den Massenwechsel der Kiefernbuschhornblattwespen. Zeitschr. f. Angew. Entomol. 37. Jg., 1955, S. 168 bis 182.
- Thielmann, K., Zur Problematik der neueren Entwicklung bei der Forstschädlingsbek. Allgem. Forstzeitschr., 10. Jg., 1955, S. 470.

- , Nonnenbekämpfung 1954 im Ebersberger Forst unter Einsatz von DDT-Nebel. Allgem. Forstzeitschr., 10. Jg., 1955, S. 64—68.
- Thiem, E. Beobachtungen u. Vorschläge zur Bek. des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoea* L.). Nachrbl. f. d. D. Pflanzenschutzdienst, 9. Jg., 1955, S. 124 bis 128.
- Thomas J. B., Notes on Insects and other Arthropods in Red and Withe Pine Logging Slash. The Canadian Entomologist. Vol. LXXXVII, 1955, S. 338—344.
- Vité, J. P., Zum Massenaufreten der Lärchenblattwespe. Der Forst- u. Holzwirt, 10. Jg., Ausg. A. 18, 1955, S. 374.
- Wachtendorf, W., Über die Bekämpfung der Lärchenminiermotte. Anz. f. Schädlingskde. vereinigt m. Schädlingsbek., 28. Jg., 1955, S. 101.
- Wasserburger, H. J., Laboratoriumsmethoden zur Entfernung von Kontakt-Insektizid-Spuren aus Glasgefäßen. Anz. f. Schädlingskde. vereinigt m. Schädlingsbek., 28. Jg., 1955, S. 41—42.
- Wichmann, H., Im europäischen Großraum eingeschleppte Borkenkäfer. Zeitschr. f. Angew. Entomol., 37. Jg., 1955, S. 92—109.
- , Zur derzeitigen Verbreitung des Japanischen Nutzholz-Borkenkäfers, *Xylosandrus germanus* Blandf. im Bundesgebiet. Zeitschr. f. Angew. Entomol., 37. Jg., 1955, S. 250—258.
- Wichmann, H. E., Untersuchungen über *Ips typographus* L. u. seine Umwelt. Die Ameisen. Zeitschr. f. Angew. Entomol. 37. Jg., 1955, S. 201—206.
- Ziegler, O., Der Kampf gegen den Kiefernspinner 1948—1951. Allgem. Forst- u. Jagdztg., 126. Jg., 1955, S. 211—213.
- Zoebelein, G., Versuche zur Verwendung von „Ersatzwirten“ bei Laborzuchten der Zehrwespen *Microplectron fuscipennis* Zett. (Chalcidae, Eulophinae) u. *Pteromalus alboannulatus* Ratz. (Chalcidae, Pteromalinae) Anz. f. Schädlingskde. vereinigt m. Schädlingsbek., 28. Jg., 1955, S. 65—67.
- ? Autor ? Neue Erfahrungen mit dem Lärchenblasenfuß. Der Forst- u. Holzwirt, 10. Jg., Ausg. A. 14+15, 1955, 14 S. 287—289, 15 S. 308—310.

H. Gäbler

KLEINE MITTEILUNG

IV. Internationaler Pflanzenschutz-Kongreß 1957

Der IV. Internationale Pflanzenschutz-Kongreß wird vom 8. bis 15. September 1957 in Hamburg stattfinden. Interessenten, die die weiteren Kongreßinformationen laufend zu erhalten wünschen, werden gebeten, ihre genaue Anschrift baldigst mitzuteilen an die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig, Messeweg 11-12.

ZOOLOGY LIBRARY
71 DEC 1956
FARATE
Eu. H. 11A

E & A

ZEITSCHRIFT

FÜR

ANGEWANDTE ZOOLOGIE

(früher: Zeitschrift für hygienische Zoologie und Schädlingsbekämpfung)

In Verbindung mit

Günther Becker, Berlin; Kurt Becker, Berlin; Hellmuth Gäbler,
Eberswalde; Karl Gösswald, Würzburg; Bruno Götz, Freiburg
i. Breisgau; Bruno Harms, Berlin; Albrecht Hase, Berlin; Erich
Kirchberg, Berlin; Friedrich Lenz, Plön; Erich Martini,
Hamburg; Karl Mayer, Berlin; Gerd Poetschke, München; Werner
Reichmuth, Berlin; Karl Strenzke, Wilhelmshaven; Wolfgang
Tischler, Kiel; Herbert Weidner, Hamburg; Fritz Weyer, Hamburg;
Fritz Zumpt, Johannesburg,

herausgegeben von

HEINRICH KEMPER

Berlin-Dahlem

4
Viertes Heft 1956



DUNCKER & HUMBLLOT / BERLIN

Inhaltsverzeichnis

Originalarbeiten	Seite
D. Godan: Zur Biologie der Buchenblattgallmücke <i>Hartigiola annulipes</i> Htg.	385
S. Günther: Zur Infektion des Goldafters (<i>Euproctis chrysorrhoea</i> L.) mit <i>Plistophora schubergi</i> Zwölfer (<i>Microsporidia</i>) ..	397
U. Schindler: Erdmausbekämpfung mit Insektiziden	407
B. Hörning und V. Rosenfeld: Massenbefall eines Igels (<i>Erinaceus europaeus</i>) mit <i>Brachylaemus helici</i> s (Meckel 1846) (<i>Trematoda: Brachylaemidae</i>)	425
H. Sepasgosarian: Morphologie und Biologie der gelben Apfelspinnmilbe <i>Eotetranychus pomi</i> n. sp. (<i>Acar., Tetranychidae</i>)	435
A. Hase: Über Freilandversuche mit dem Kompostwurm <i>Eisenia foetida</i> Sav.	493
Bücherschau	509
Kleine Mitteilung	512

Der Temperatursinn der Insekten

Von Prof. Dr. Konrad Herter

378 Seiten. Mit 130 Abb. und 32 Tabellen. 1953. DM 66,—

„Der vorliegende ausgezeichnet ausgestattete Band, in dem der Verfasser seine Versuchsergebnisse und Beobachtungen mit der umfangreichen Literatur unter einheitlichen Gesichtspunkten verarbeitet hat, wird für alle biologisch und ökologisch arbeitenden Entomologen bald unentbehrlich sein.“

Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten

Wir schulden dem Autor Dank dafür, daß er trotz widriger Zeitverhältnisse das sehr umfangreiche Tatsachenmaterial zusammengetragen, gesichtet und so dargestellt hat, daß sich jeder leicht orientieren kann. Sein Buch ist grundlegend und wird sicherlich für lange Zeit maßgebend sein.

Zeitschrift für angewandte Zoologie

DUNCKER & HUMBLLOT / BERLIN-MÜNCHEN

Zur Biologie der Buchenblattgallmücke *Hartigiola annulipes* Htg.

Von Dora Godan

(Mit 10 Abbildungen)

Hartigiola annulipes Htg. (Fam. Cecidomyiidae, Subfam. Oligotrophidae) bringt dicht behaarte, stumpf zylindrische, bis 4 mm große Gallen auf Buchenblättern hervor. Sie sitzen hauptsächlich in dem von Haupt- und Seitennerv gebildeten Winkel und unterscheiden sich in reifem Zustande von den Gallen der als Buchengallmücke bekannten *Mikiola fagi* Htg. durch kleinere Gestalt, gerade, nicht bauchige Form und dichte Behaarung (Abb. 1); da beide häufig gemeinsam vorkommen, möchte ich für *Hartigiola* die Bezeichnung „Buchenblattgallmücke“ vorschlagen.

In ihrer Gallengenese werden verschiedene Formen ausgebildet, die einem bestimmten Larvenstadium zugeordnet sind. Die Zusammenhänge zwischen Larvenentwicklung und Gallenwachstum, sowie den

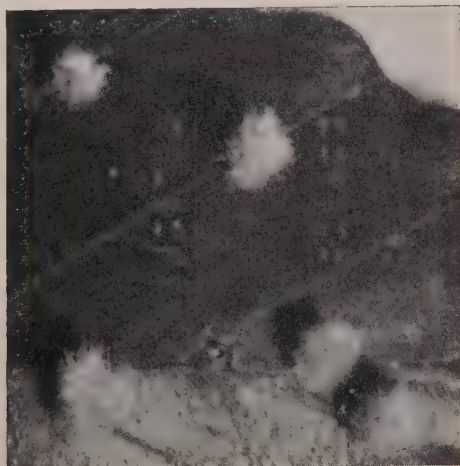


Abb. 1. Beutelgallen von
Hartigiola annulipes Htg.
auf Buchenblatt, natürl.
Größe etwa 4 mm.

¹ Die Untersuchungen wurden im Rahmen eines ERP-Forschungsauftrages über Gallmücken durchgeführt!

Beginn der Gallengenese aufzudecken, ist das Thema vorliegender Arbeit. Während die Gallenmorphologie durch L ö w (1886), F o c k e a u (1896) und K ü s t e r (1911) bereits bekannt wurde, blieben die Einzelheiten der Ei- und Larvenentwicklung und deren Verknüpfung mit der Gallengenese noch ungeklärt.

Die *Hartigiola*-Gallen sind nur in Europa vorhanden und aus Deutschland, Frankreich, Schweiz sowie aus England und Schottland (B a r n e s 1951) bekannt; sie kommen in der Ebene und im Gebirge vor (G o d a n, nach eigenen Beobachtungen in 1000 m Höhe am Luganer See). Sie fehlen ebenso wie die Gallen der *Mikiola* völlig in Amerika (F e l t 1940); hier gibt es an der Buche nur Eriophyiden-Gallen.

Als Wirtspflanzen dienen *Fagus silvatica* L. und ihre Abarten wie *Fagus silvatica* var. *alba-variegata* West.; var. *tricolor* host.; var. *asplenifolia* Lodd. und var. *pendula* Lodd. (nach Beobachtungen im Botanischen Garten Berlin-Dahlem).

I. Entwicklung; Gallengenese

Eine Abbildung des Weibchens von *Hartigiola* findet sich bei R ü b - s a a m e n und H e d i c k e (1925—39). Die Eier werden mit Hilfe der Legeröhre auf die Epidermis der Blattunterseite einzeln und lose zwischen die Haare des Gefäßstranges abgelegt (Abb. 2). Die Eiablage beginnt Mitte Mai und endet Anfang Juni. Nach etwa 6 bis 8 Tagen (bei 20° C) schlüpft die junge Larve, die noch schlank ist und lebhaft umherwandert. Sie überkriecht dabei auch Blattnerven und vermag nach meinen Beobachtungen in einer Stunde bis zu 7 mm zurückzulegen. Nach ein bis zwei Stunden setzt sich die Larve an einer Stelle der Blattunterseite, meist in einem „Nerven“winkel des Blattes fest und nimmt nunmehr gedrungene, tonnenförmige Gestalt an. Bei

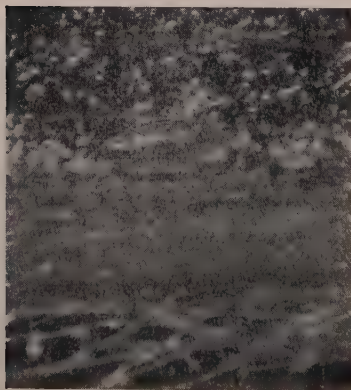


Abb. 2. Ei von *Hartigiola annulipes* Htg., natürl. Größe etwa 0,2 mm.

Schatten-Blättern bevorzugt sie die Blattspitze, die noch das meiste Licht erhält. Ei sowie umherwandernde Junglarve beeinflussen das Blattgewebe noch nicht. Erst nach dem Festsetzen der Larve reagiert das Parenchym auf den von ihr ausgehenden chemischen Reiz bei der



Abb. 3. Junglarve (etwa 0,3 mm) von *Hartigiola annulipes* Htg. nach dem Seßhaftwerden auf der Blattunterseite; Beginn der Umwallung durch das Wirtsgewebe; natürl. Durchm. der vergallten Fläche 2,5—3,0 mm.

Nahrungsaufnahme durch Zellproliferationen, wie sie Fockeau beschrieben hat. Es bildet sich um die Larve eine Gewebeverdrückung (Abb. 3), die schließlich zu einem immer größer werdenden Wall auswächst, der zunächst noch einen Kanal in der Mitte freiläßt (vgl. R'oss 1932). Dieser schließt sich später durch Kallusbildung, so daß die Galle nun im Inneren eine allseitig von Parenchym umgebene Larvenkammer enthält. In diesem Zustande zeichnet sich die Galle auf der Blattunterseite als linsenförmige Hervorwölbung von 2,0 bis 2,5 mm Durchmesser ab. Die Gewebeswellung deutet den Einfluß-

bereich der Larve an, der bei Gegenlichtbetrachtung des Blattes ölfleckartig erscheint. Mit fortschreitender Entwicklung wird die Galle auch blattoberseits sichtbar als halbmondförmiger, später kreisrunder weißer Fleck (Abb. 4). Die Epidermis hat sich über der Galle abgehoben, so daß ein Luftraum entstanden ist.

Bis zu diesem Zeitpunkt befindet sich die Larve noch im I. Stadium. Während oder kurz nach der Häutung zum Stadium II bilden sich endogen durch Teilung der Palisadenzellen (K ü s t e r) Haare aus, die kranzartig den Mittelpunkt, das Dach der Larvenkammer, umgeben (Abb. 5). Die Haare sprengen schließlich die Epidermis und bilden dann die büschelartige „Haargalle“ (Abb. 6). Aus dieser entsteht im Zeitpunkt der Larvenhäutung von Stadium II zu III die „Beutelgalle“ durch Hervorwölbung des Haarbodens und Vergrößerung der Larvenkammer. Die Häutung von Stadium III zu IV erfolgt in der ausgewachsenen Beutelgalle (Abb. 7). Im Herbst verholzen die Gallenwände, und, nachdem die Larve die Gallenöffnung durch ein Gespinst verschlossen hat, löst sich die Galle von dem fallenden Blatt.

Das von der Larve verfertigte Gespinst (Abb. 8) zeichnet sich durch besondere Dichte aus und besteht aus zwei in Farbe und Festig-



Abb. 4. Junge, blattoberseits sichtbare Gallen (Larvenstadium I) von *Hartigiola annulipes* Htg., natürl. Durchm. der weißen Epidermispartie 1 mm.

keit verschiedenen Lagen, die mit einiger Vorsicht gut voneinander getrennt werden können. Die innere Lage ist weiß, undurchsichtig und zieht sich noch etwas an der Wand des Gallenhohlraumes entlang, wo-



Abb. 6. Haarbüschelgalle (Larvenstadium II) von *Hartigiola annulipes* Htg.

Abb. 5. „Haarkranz“bildung der Galle von *Hartigiola annulipes* Htg., sichtbar nach Entfernung der weißen Epidermispartie, natürl. Durchm. einschließlich der im Bild nur wenig auffälligen Gewebeschwellung 2,5—3,0 mm.

durch ein sehr dichter Abschluß von der Außenwelt gewährleistet wird. Die äußere Lage ist dagegen durchsichtig und bräunlich gefärbt, von lackartig glänzendem Aussehen. Bemerkenswert ist nun, daß parasitierte Larven dieses feste, doppelt gefügte Abschlußgespinst nicht mehr anfertigen können. Vermutlich sind sie bei früher Parasitierung nicht mehr in der Lage, den Verschuß zu bilden; erfolgt sie später, so wird wenigstens noch das äußere Häutchen gesponnen. Hierdurch wird dem Parasiten das Verlassen der Wirtsgalle erst ermöglicht, da die Schlupfwespe höchstens das brüchige Häutchen durchzubeißen vermag, nicht aber das feste Gespinst von gesunden Larven.

Angaben über die Chaetotaxie der *Hartigiola*-Larve finden sich bei Möhn (1955), Hautstruktur und Papillenanordnung gleichen derjenigen der *Dasyneuridae* (Hennig 1948), nur bilden innerhalb des

Kutikularfeldes die ventralen Thorakalpapillen Einer- statt Dreiergruppen (G o d a n 1956). Eine *Spatula sternalis* am I. Thorakalsegment fehlt jedoch dem letzten Larvenstadium.



Abb. 7. Junge Beutelgalle (Larvenstadium III) von *Hartigiola annulipes* Htg., an der rechten Wandseite umspinnenes Schlupfwespenei, *Hartigiola*-Larve an der Gallenbasis, Längsschnitt, natürl. Größe der Galle etwa 4 mm.



Abb. 8. Überwinternde Beutelgalle von *Hartigiola annulipes* Htg., Gallenöffnung durch ein Gespinst verschlossen, natürl. Größe der Galle etwa 4 mm.

II. Überwinterung

Hartigiola annulipes überwintert als reife Larve in der Beutelgalle am Boden. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen (Tab. I) über den Einfluß verschiedener Feuchtigkeiten auf das Beutelgallenstadium von *Hartigiola annulipes* (1039 Beutelgallen-Larven; 20° bis 22° C) haben ergeben, daß die Zahl der überlebenden Larven mit zunehmender Luftfeuchtigkeit ansteigt.

Dabei besteht wiederum die Gefahr der Verpilzung des Gallenraumes. Diese betrug bei 35 % bis 73 % rel. LF. 1,6 % (696 Gallen) und bei 85 % bis 95 % rel. LF. 38,5 % (333 Gallen). Die Verpilzung der nach der Überwinterung im Freien gesammelten Gallen zeigte einen Wert von 29,2 % (von 113 Gallen).

Tabelle I: Überlebende Beutelgallen-Larven der *Hartigiola annulipes* bei verschiedener Feuchtigkeit

Rel. LF. %	Gesamtanzahl der Larven	paras. verpilzte, leere Kokons	tote Larven Anzahl	lebende Larven %
35—40	106	50	56	0
45—55	452	177	275	0
64—75	148	72	75	0,7
85—95	333	229	23	24,0

Gegen tiefe Temperaturen erwiesen sich die Beutelgallen-Larven als nicht so widerstandsfähig wie die reifen Larven anderer Gallmücken (G o d a n 1956). In einem Versuch wurden Beutelgallen in verkorkten Röhrchen ein bis drei Tage lang in Eissalzgemischen aufbewahrt. Die in diesen Gemischen erreichten Temperaturen sind aus Tabelle II ersichtlich.

Tabelle II: Sterblichkeit (%) von Beutelgallen-Larven der *Hartigiola annulipes* nach Einwirkung tiefer Temperaturen (insgesamt 407 Larven)

Temperatur	Einwirkungsdauer	
	1 Tag	3 Tage
— 5° C	21 %	69 %
— 11° C	14 %	43 %
— 21° C	60 %	100 %

Da unter Freilandverhältnissen beide Faktoren, hohe Feuchtigkeit und tiefe Temperatur, zugleich einwirken, ist die Zahl der überlebenden Larven geringer, als sie in den vorliegenden Versuchen ermittelt worden ist. Ich fand daher auch in gesammelten Gallen kurz nach der Überwinterung 1953/54 — nach einem recht milden Winter — nur 22 % (von 660 Gallen) und später im Mai noch weniger (13 %) lebende *Hartigiola*-Larven vor.

Im Frühjahr schlüpften die Imagines von Anfang bis Mitte Mai in den Morgenstunden sonniger Tage.

III. Parasitierung

Parasiten waren bei *Hartigiola annulipes* Htg. bisher unbekannt. Im Dahlemer Material waren jedoch 41 % von 1743 Beutelgallenlarven durch Schlupfwespen parasitiert. Die Gallen werden nach meinen Beobachtungen im Beutelstadium, das Larve III beherbergt, mit Eiern belegt (siehe Abb. 7). Anscheinend entstehen bis zum Abfallen der Gallen mehrere Schlupfwespengenerationen an den *Hartigiola*-Larven, da die Imagines noch Ende September und Anfang Oktober bei der

Eiablage angetroffen wurden. Die letzte Generation überwintert als Larve gemeinsam mit dem Wirt in den abgefallenen Gallen. Ein Teil scheint noch vor Anbruch des Winters zu schlüpfen, denn bei einer Kontrolle im Herbst erwiesen sich von 1500 untersuchten Beutelgallen 5,1 % als leer oder enthielten Häutungsreste von Schlupfwespen-



Abb. 9. Reife Larve von *Hartigiola annulipes* Htg., parasitiert durch eine *Synopeas*-Larve im Cyclopoidstadium, natürl. Größe der *Hartigiolalarve* 2,5 bis 3,0 mm.

puppen. Der Befall der überwinternden Gallen durch die letzte Parasiten-Generation war außerordentlich hoch (maximal 63 %). Im April und Mai verlassen die Schlupfwespen die Gallen kurz vor dem Erscheinen der *Hartigiola*-Imagines. Da zu dieser Zeit Beutelgallen der *Hartigiola* noch nicht vorhanden sind, müssen den Schlupfwespen dann andere Insektenlarven als Wirte dienen, von denen aus später die Gallmückenlarven wieder befallen werden. Im einzelnen bedürfen diese Verhältnisse noch der Klärung.

Aus den parasitierten Gallen wurden *Synopeas* sp. und *Tetrastichus roesellae* Nees² gezogen, deren Bestimmung ich Herrn Prof. Dr.

² Von Herrn Dr. Erdős, Tompa (Ungarn) wurde die Art als *Geniocerus roesellae* Nees bestimmt; nach Ansicht von Herrn Prof. Dr. H. Sacht-

Sachtleben, Berlin-Friedrichshagen, verdanke. *Synopeas* sp. (Fam. *Platygasteridae*, Überfam. *Proctotrupoidea*) steht der *Synopeas daucicola* Kieff. nahe, einem Parasiten „der in den Früchten von *Daucus carota* L. lebenden Larven von *Kiefferia pimpinellae* Löw (*Cecidomyiidae*)“ (Sachtleben in litt.). Die Untersuchung von 148 parasitierten Gallen ergab einen Befall von 25 % mit *Synopeas*-Larven. Die übrigen Gallen enthielten die ectoparasitären Larven von *Tetrastichus roesellae* Nees (Fam. *Eulophidae*, Überfam. *Chalcidoidea*). Die Lebensdauer dieser Schlupfwespen betrug in Versuchen mit Honigfütterung vom Schlüpfstage ab 20 bis 30 (maximal 42) Tage.

Abb. 9 zeigt eine mit dem Cyclopoidstadium der *Synopeas* befallene reife *Hartigiola*-Larve, die bis zu fünf Parasiten enthalten kann. Aber nur eine einzige entwickelt sich bis zur Imago weiter (vgl. Stellwag 1921).

IV. Einwirkung der Larve auf das Wirtsgewebe

Die Larve von *Hartigiola annulipes* gibt, sobald sie mit der Nahrungsaufnahme beginnt, eine Substanz an das Blattgewebe ab, die zur Gallbildung anregt. Die Gestaltung der Galle hängt eng mit dem Larvenstadium zusammen, wie bereits erörtert wurde.

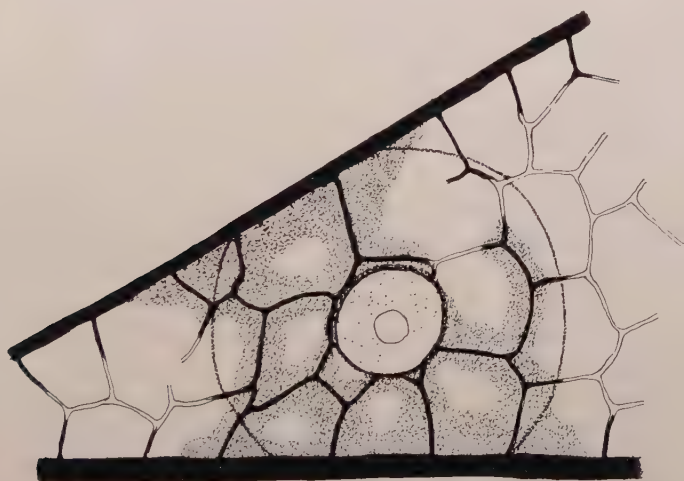


Abb. 10. Junge Galle von *Hartigiola annulipes* Htg., nach 24stündiger Durchtränkung mit Rhodamin B-Lösung, das mit Farbstoff infiltrierte Parenchym punktiert, halbschematisch.

leben ist jedoch *Geniocerus* Ratzeburg (1848) ein Synonym zu *Tetrastichus* Walker (1842).

Die Untersuchungen haben auch die große Bedeutung der Gefäßbündel im Gallenbereich für die Nährstoffzufuhr der Larve herausgestellt. Das Durchlässigkeitsvermögen der Gallengefäße ist außerordentlich groß, wie Versuche mit Rhodamin B extra gezeigt haben. Bei den in die 1 0/0ige wässrige Lösung eingestellten Buchenblättern mit jungen Gallen war der Farbstoff nach 24 Stunden von den Gallengefäßen aus in das umgebende Parenchym diffundiert (Abb. 10); nach 48 Stunden war der Gallenbereich gänzlich rot durchtränkt; das galt auch für das Parenchym im „Nerven“winkel, in welchem sich die Galle befand. In den unvergallten Blatteilen verblieb dagegen der Farbstoff im Innern der Gefäße, die sich als rote Stränge scharf von dem grünen Blatt abhoben; nur bei den Leitbündelendigungen war eine leichte Diffusion des roten Farbstoffes in das umgebende Parenchym festzustellen. Die Wände der Larvenkammer röteten sich später ebenfalls. Der Darminhalt der dort lebenden Larve war dann nicht mehr normal grün, sondern bräunlich-orange verfärbt. Die Larve hatte also den Farbstoff aufgenommen; sie lag mit dem Kopf in Richtung zu dem Gefäßstrang bzw. dem Nervenwinkel. Es bestand also im Gallenbereich keine scharfe Trennung zwischen dem Farbstoff der Gefäße und dem des Parenchyms, wie das bei dem unvergallten Blattgewebe der Fall war. Dieser Befund, der bereits kurze Zeit nach dem Festsetzen der Junglarve beobachtet wurde, erstreckte sich soweit, wie die stoffliche Beeinflussung des Wirtsgewebes durch die Gallenlarve reichte und wurde in einem kreisförmigen Umfang (Radius = 1—1,5 mm) um die Larvenkammer gemessen.

Dieser Farbversuch spiegelt die natürlichen Verhältnisse weitgehend wieder, wie sich an den gallenbesetzten Blättern von *Fagus silvatica* L. var. *tricolor* zeigt. Diese Blätter sind grün, mit chlorophyllfreien und dadurch weiß erscheinenden Spitzen und Randpartien und führen rötlichen Saft in den Gefäßen. Nun ist bemerkenswert, daß die Gallengefäße und das angrenzende Parenchym im Gallenbereich intensiv rot gefärbt sind. Ihre Wandung muß daher ein größeres Durchlässigkeitsvermögen als die der übrigen Blattgefäße haben, da in der unvergallten Blattspreite das angrenzende Parenchym grün abgesetzt ist.

Zu erwähnen sind noch die „grünen Inseln“, die an den verfärbten Herbstblättern der Laubbäume im Bereich der Insekten-Gallen und -Miniergänge auftreten. Sie sind ebenfalls ein Zeichen für eine Beeinflussung des Wirtspflanzengewebes durch das Insekt. Bei *Hartigiola* beschränken sie sich entweder auf die diskusartige Verdickung der Galle, welche hauptsächlich blattunterseits mit ihren Ausläufern hervortritt; oder sie erstrecken sich als grüne, gelblich abgesetzte Streifen — meist durch ein Gefäßbündel begrenzt — von der Galle bis zum Blattrand. Die Färbung der „grünen Inseln“ steht in direkter Abhängigkeit von dem Gesundheitszustand der Larve: sie treten nur

bei Gallen mit gesunden Larven intensiv hervor, während sie in der Regel bei kranken Larven nur schwach gefärbt erscheinen und bei abgestorbenen Larven sogar fehlen. Bei Untersuchungen von Gallen braungefärbter Herbstblätter, die keine oder nur eine schwach gefärbte „grüne Insel“ aufwiesen, wurden nur 9 Gallen mit gesunden Larven festgestellt gegenüber 149 Larven mit toten und kranken Larven bzw. ohne Inhalt. Demnach bleibt die grüne Blattfarbe im Gallenbereich nur bei gesunden Larven erhalten. Diese Tatsache erhärtet die bereits früher geäußerte Vermutung (Godan 1955), daß die Gallenlarve eine wuchsstoffähnliche Substanz abgibt oder deren Bildung im Gallengewebe anregt.

V. Zusammenfassung

1. Die Untersuchungen über die Buchenblattgallmücke *Hartigiola annulipes* Htg. haben ergeben, daß die Formen, welche die von ihr verursachte Galle in der Genese durchläuft, in enger Beziehung zu den Entwicklungsstadien der Larve stehen. Die junge Galle bis zur „Haarkranz“bildung ist der Larve I zugeordnet, die „Haargalle“ der Larve II und die „Beutelgalle“ den Larven III und IV.

2. Für die Überwinterung der Larven in den Beutelgallen muß eine hohe Feuchtigkeit als optimal angesehen werden, da bei 85 % bis 95 % rel. LF. 24 % (333 Gallen) überlebten, dagegen bei 55 % rel. LF. nur 0 %. — Gegen tiefe Temperaturen sind die Larven wenig widerstandsfähig.

3. Die Beutelgallen von *Hartigiola annulipes* Htg. wurden bis zu 63 % (von 1743 Gallen) durch die Schlupfwespen *Synopeas* sp. und *Tetrastichus roesellae* Nees parasitiert.

4. Die Diffusionsfähigkeit der Gefäßwandungen im Gallenbereich ist beträchtlich größer als diejenige der übrigen Blattgefäße, wie durch Versuche mit dem Vitalfarbstoff Rhodamin B extra gezeigt werden konnte.

5. Die „grünen Inseln“ treten nur bei denjenigen Gallen in voller Stärke auf, die gesunde Larven bis zum Abfallen von dem Blatt beherbergt haben. Sie sind ein Zeichen dafür, daß die Gallenlarve eine wuchsstoffähnliche Substanz an das Wirtsgewebe abgibt oder deren Bildung anregt.

Literatur

- Barnes, H. F., Gall Midges of Economic Importance. Gall Midges of Trees. V., London 1951.
Felt, E. P., Plant Galls And Gall Makers. Ithaca—New York 1940.
Fockeau, H., Recherches anatomiques sur les galls. Thèse, Paris 1896.

- Godan, D., Beitrag zur stofflichen Beeinflussung des Gallengewebes durch Gallmückenlarven. Mitt. Dtsch. entom. Ges., Jg. 14, Nr. 1, 1955, 8—11.
- , Beiträge zur Autökologie der Veilchenblattrollmücke (*Dasyneura affinis* Kieff.). Ztschr. angew. Bd. 39, 1—19, 1956.
- , Zur Chaetotaxie der Larven von *Dasyneura affinis* Kieff. und *Hartigiola annulipes* Htg. (Dipt., Cecidom.). 1956. Mitt. Dsch. entom. Ges. Nr. 1, 12—14, 1956.
- Hennig, W., Die Larvenformen der Dipteren. Akademie-Verlag, Berlin 1948.
- Küster, Die Gallen der Pflanzen. Leipzig 1911.
- Löw, Fr., Cecidiologische Notizen. Über die Entwicklung der Galle der *Hormoyia piligera* Loew. Verh. Kaiserl. Königl. Zool. Bot. Ges. Wien 36., 1883, 97—100.
- Möhn, E., Beiträge zur Systematik der Larven der *Itonididae* (= *Cecidomyiidae*, *Diptera*). 1. Teil: *Porricondylinae* und *Itonidinae* Mitteleuropas. Zoologica H. 105, 38., 1955, 1—247.
- Ross, H., Praktikum der Gallenkunde (Cecidologie). Berlin 1932.
- Rübsaamen, H. u. H. Hedicke, Die Zoocecidien, durch Tiere erzeugte Pflanzengallen Deutschlands und ihre Bewohner. II. Bd., Stuttgart 1925 bis 1939.
- Stellwaag, F., Die Schmarotzerwespen (Schlupfwespen) als Parasiten. Monogr. angew. Ent. Nr. 6. Beiheft 2 zu Ztschr. angew. Ent. VII., 1921, 1—100.

Anschrift der Verfasserin: Dr. D. Godan, Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.

Zur Infektion des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoea* L.) mit *Plistophora schubergi* Zwölfer (*Microsporidia*)

Von Siegfried Günther

(Mit 1 Abbildung)

Die auf dem Höhepunkt einer Gradation und im Zusammenbruchstadium um sich greifenden Seuchen, einerlei durch welche Erreger sie hervorgerufen werden, geben Gelegenheit, die letzteren leichter zu beobachten und kennenzulernen als in der Zeit der normalen Verbreitung des Wirtes. Die örtlich beträchtliche Ausmaße annehmende Goldafter-Kalamität der letzten Jahre veranlaßte mich, den Mikroparasiten des Schädlings größere Aufmerksamkeit zu schenken. Unter den vielen, z. T. erst wenig untersuchten oder sogar noch unbekannten Mikroparasiten interessierten vor allem die Mikrosporidien. Neben *Plistophora schubergi* (Zwölfer 1926), die nach den bisherigen Kenntnissen am Zusammenbruch einer Gradation maßgeblich beteiligt ist bzw. eine Massenvermehrung gar nicht erst aufkommen läßt, sind es Polyeder, Bakterien, Hyphen- und Sproßpilze, welche die natürliche Reduzierung der Goldafterbestände herbeiführen.

Im Frühjahr 1955 wurden der Abteilung zahlreiche Goldafternester mit Jungraupen eingesandt. Aus dem Material sollten Bakterien, Hefen und Pilze isoliert werden, um die effektiven Parasiten dieser Gruppe zu untersuchen. Besonderes Interesse erweckte jedoch die Mikrosporidie *Plistophora schubergi* (Zwölfer), der eine regulierende Tätigkeit für die Erhaltung des Gleichgewichtszustandes in der Biozönose des Goldafters zugesprochen wird. 1955 gab Templin bekannt, daß bei den Untersuchungen im Institut für Waldschutz Eberswalde keine Sporozoen gefunden wurden. Da auch nach den Angaben in der Literatur im mitteldeutschen Raum bisher *Plistophora schubergi* beim Goldafter nicht nachgewiesen werden konnte, rechnete ich nicht mit ihrem Auftreten. Um so überraschender war es dann, als sich in den regelmäßig untersuchten Proben von Raupenkot unvermutet „Sporen“ zeigten (Thiem und Wiegand 1955). In einigen Zuchtschalen, die mit Raupen aus verschiedenen

Gegenden unseres Gebietes besetzt waren, konnten die Sporozoen als „Sporen“ in großer Menge im Kot konstatiert werden. Untersuchungen des Mitteldarmes bestätigten das Vorhandensein und ließen keinen Zweifel darüber, daß es sich um die von Zwölfer beschriebene Mikrosporidie handelte.

Bemerkenswert erschien es mir, daß sich nicht in allen Zuchtschalen mit Raupen vom selben Standort Sporozoen nachweisen ließen. Eine zunächst für Stoffwechseluntersuchungen angesetzte größere Anzahl Schalen gab Aufschluß über bis dahin gar nicht oder wenig bekannte Vorgänge.

Da die „Sporen“ jegliche aktive Beweglichkeit vermissen lassen, wurden zunächst die Atmosphärilien als einzige Verbreiter von *Plistophora schubergi* angesehen. Eine große Menge Einzeluntersuchungen und Laborarbeiten erbrachten z. T. andere Ergebnisse.

Da mir der unterschiedliche Befall in den einzelnen Zuchtgefäßen, die mit Raupen gleicher Herkunft besetzt waren, auffiel, wurde die Arbeitshypothese aufgestellt, daß für die Infektion der Jungraupen gewisse Bedingungen vorhanden sein müssen. Die Nester, aus denen die Raupen stammten, wurden deshalb nach Sporozoen im Kot durchsucht. Es wurden auch in einigen Nestern Sporozoen gefunden. Von 36 Nestern enthielten 3 Sporozoen (annähernd 8%). Demnach scheinen einige Jungraupen nach der Überwinterung im Frühjahr, schon mit Sporen infiziert, das Nest zu verlassen, was sich mit der unterschiedlichen Infektion der Jungraupen in Einklang bringen läßt. Die zwei bis drei Wochen später auftretende Verseuchung fast aller Raupen durch *Plistophora* ließe sich mit Ansteckung über die wenigen, von vornherein mit Sporen verseuchten Jungraupen erklären.

Nach den Untersuchungen von Zwölfer scheidet eine Übertragung des Krankheitserregers im Ei, etwa wie bei der Pebrine des Seidenspinners, unbedingt aus. Überhaupt scheint ein Eindringen in die Gonaden und die übrigen Geschlechtsorgane nicht möglich, da lediglich der Darm (das Mitteldarmepithel) von den Parasiten angegriffen werden kann. Nur sehr vereinzelt war der ganze Körper mit Sporen angefüllt. Dies bedeutet aber nicht, daß sich die Sporozoen in anderen Organen entwickelt hätten. Es waren meist Bakterien aus der Familie der Pseudomonadaceen, die sich in dem durch die Sporozoen geschwächten Wirtskörper ausbreiteten, dessen Inhalt zersetzten, so daß die Sporen sekundär über den ganzen Körper verbreitet werden konnten. Eine Übertragung der Sporen durch Tachinen und Ichneumoniden, wie sie Blunck (1953) beim Kohlweißling beschreibt, konnte beim Goldafter nicht beobachtet werden. Es ist auch nicht anzunehmen, daß dieser organspezifische Darmzellenparasit mit den Eiern oder Larven von Schmarotzerinsekten durch die Haut in den Wirtskörper und vor allem in das Mitteldarmepithel gelangt. Auf Grund meiner

Beobachtungen lag daher die Annahme nahe, daß sich die jungen Rupchen (außer mit den auf der Futterpflanze haftenden Sporen) an der mit Kotresten beschmierten Afterwolle während des Schlüpfens infizieren. Um dies experimentell nachzuprüfen, wurden 30 Goldafterraupen unmittelbar nach der letzten Häutung mit Sporen von *Plistophora schubergi* infiziert. Bei 15 Raupen wurden die Mundwerkzeuge mit einer sporenenthaltenden Kotaufschwemmung bepinselt, und den übrigen 15 Raupen wurde in eine Sporenaufschwemmung getauchtes Futter verabreicht. Unterschiedliche Anfälligkeit wurde nicht festgestellt. Von den 30 Raupen kamen 15 zur Verpuppung und bis zum Falter. Von den restlichen 15 Raupen waren bei 7 Individuen Tachinen und Ichneumoniden die Todesursache. An Polyeder verendeten 2 Raupen, und Bakterien töteten eine Raupe. 5 Raupen starben infolge sehr starker Sporenausbreitung im Darm als Vorpuppe. Sämtliche Falter wurden nach der Eiablage auf Sporen im Darm untersucht; bei allen war der Befund positiv. In der Afterwolle der 9 ♀♀ wurden in fünf Fällen Sporozoensporen festgestellt. Leider konnten mit diesen Gelegen keine weiteren Zuchtversuche durchgeführt werden, da die Eier wahrscheinlich unbefruchtet waren.

In einem Infektionsversuch einer anderen Serie mit bedeutend jungen Raupen konnten den vorstehenden Ergebnissen entsprechende Resultate erzielt werden. Hierbei wurden Raupen aus der Umgebung von Wermsdorf verwendet, die eine Infektion mit *Plistophora schubergi* auf Grund von Vorversuchen nicht vermuten ließen. Der mit 100 Raupen (einzeln in großen Petrischalen) angesetzte Blindversuch ergab folgendes:

Tabelle 1: Anteil der toten Raupen und Todesursache im Blindversuch

Es starben (Anzahl in %)	(Todesursache)
4	durch Tachinen
1	durch Bakterien (<i>Pseudomonadaceae</i>)
4	durch Sporozoen (<i>Plistophora</i>)
13	durch Polyeder
2	durch Polyeder und Sporozoen (<i>Plistophora</i>)
3	durch unbekannte Ursache.

Insgesamt starben also 27 % der Raupen. Die restlichen 73 % entwickelten sich bis zum Falter. In den Imagines konnten keine Mikroparasiten festgestellt werden.

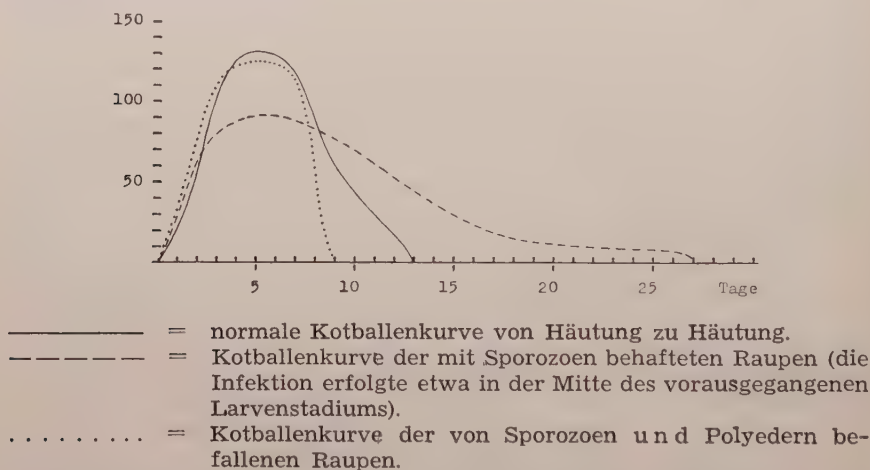
Im Hauptversuch (ebenfalls Einzelhaltung in Petrischalen) wurden die Raupen 2 Tage mit schwach infiziertem Laub gefüttert. Nach 1 bis 2 Wochen konnten im Kot aller Raupen Sporen von *Plistophora schubergi* festgestellt werden. Obwohl die Mikrosporidien sämtliche Raupen befielen, gelangten doch noch 16 % bis zur Ver-

puppung und darüber hinaus bis zum Falter. Durch makro- und mikroskopische Untersuchungen des Mitteldarmepithels ließ sich ein starker Befall aller gestorbenen Raupen mit Sporozoen nachweisen; doch nur bei 10 % konnte als alleinige Todesursache *Plistophora schubergi* angenommen werden.

Der typische Krankheitsverlauf einer mit *Plistophora* infizierten Goldafterraupe trat nur bei den genannten 10 % und bei den 4 % ausschließlich mit Sporozoen befallenen Raupen des Blindversuches auf. Während sich hier die Krankheit an der großen Zeitspanne zwischen der letzten aufgenommenen Nahrung bis zum Eintritt des Todes gut erkennen ließ (s. Tabelle 2), war das Krankheitsbild bei den an anderen Erregern verendeten Raupen „verschwommen“ und teilweise nicht spezifisch.

Tabelle 2: Verlauf der Fraßtätigkeit während des vierten Raupenstadiums

Anzahl der Kotballen pro
Tag als ungefähres Maß
für die tägliche Futter-
menge.



Untersuchungen des Körperinhalts zeigten, daß bei 90 % der abgestorbenen Tiere der gesamte Raupenkadaver mit Sporen und Polyedern überschwemmt war. Der paralysierte Inhalt sah meist braun und wie verjaucht aus. Zusätzlicher Polyederbefall kürzte den Krankheitsverlauf ganz beträchtlich ab.

Das Aufkommen der Polyeder im Hauptversuch und bei fast allen mit Sporozoen besetzten Raupen der Vorversuche läßt den Schluß zu, daß die Polyederkrankheit des Goldafters, wie viele bekannte Polyedrosen, eine reine Dispositionskrankheit ist. Erst unter Verhältnissen, in diesem Fall bei Veränderung des Darmes und seiner Funktionen

durch die Sporozoen, kommt die Krankheit zum Ausbruch. Sofort aufgearbeitetes Freilandmaterial wies im Vergleich zum Blindversuch einen weit geringeren Befall mit Polyedern auf. Von den Raupen aus dem Wermsdorfer Gebiet waren nur 3 % sichtbar mit Polyedern befallen, im Blindversuch dagegen 13 %. Auch Raupen ohne Sporen aus den Vorversuchen wiesen einen sehr hohen Prozentsatz mit Polyederkranken auf, nachdem sie längere Zeit nicht gefüttert wurden, also einer Hungerperiode ausgesetzt worden waren. (Hier könnte man vielleicht an Beziehungen zur Polyederseuche in Kahlfraßgebieten des Goldafters denken. In der Nähe von Leipzig, wo 1955 stellenweise noch Kahlfraß zu beobachten war, betrug die Anzahl der polyederkranken Raupen 42 %. In anderen Gegenden, so bei Wermsdorf, Grimma, Seyda, Luckau, Spremberg und Cottbus, wo der Goldafter ebenfalls noch stark auftrat, aber wo es nicht mehr bis zum Kahlfraß kam, erreichte die Befallszahl durch Polyeder nur 12 %.)

Die im Hauptversuch bis zum Falter gekommenen Individuen wurden nach der Eiablage auf Mikrosporidien untersucht. Der Befund war bei allen Faltern positiv. Daraus muß geschlossen werden, daß alle Tiere des Hauptversuches mit Sporozoen verseucht waren. Das einzige befruchtete Gelege wurde zur Weiterzucht verwendet. Es war anzunehmen, daß es ebenso infiziert war wie die nichtbefruchteten Gelege, deren Afterwolle mehr oder weniger stark mit Sporen besetzt war. Ungefähr 2 Wochen nach dem Schlüpfen der Räupchen wurde ein Teil derselben auf Sporen untersucht, ebenso die auf den Eiern liegende Afterwolle; diese enthielt einwandfrei Sporen. Etwa die Hälfte aller untersuchten Räupchen (11 von 20) beherbergte im Darm Sporozoen in Form von Pansporoblasten. Nach weiteren 14 Tagen waren in der Darmwand fertige Sporen zu sehen. Die Sporen waren jedoch bei weitem nicht so häufig, wie es der Menge der Pansporoblasten entsprechend hätte erwartet werden müssen. Die Raupen zogen sich in dieser Zeit (ungefähr 4 Wochen nach dem Schlüpfen) in ihre Winternester zurück und waren nicht mehr zum Auskriechen zu bewegen. Eine Durchmusterung des Darmes mehrerer Räupchen nach weiteren 2 oder 4 Wochen ließ immer wieder dasselbe Bild erkennen. Demnach scheint die Vermehrungs- und Zerstörungstätigkeit der Sporozoen während der Zeit der Überwinterung zu ruhen, sie setzt erst im darauf folgenden Frühjahr mit beginnendem Fraße wieder ein.

Die Verbreitung der Sporen von *Plistophora schubergi* wird also nach den vorliegenden Ergebnissen nicht allein durch die Atmosphärien besorgt, sondern auch, und wahrscheinlich in nicht geringem Maße, durch den Falter und durch die überwinternden jungen Raupen selbst. Raupen, die sich erst in späten Stadien mit Sporen anstecken, schleppen die Krankheit ins Imaginalstadium hinüber. Die für die Übertragung günstigste Infek-

tionszeit dürfte demnach um die letzte Larvenhäutung anzusetzen sein. Erfolgt die Ansteckung kurze Zeit früher, so besitzt die erkrankte Goldafterraupe meist nicht die Kraft, sich bis zum Falter weiterzuentwickeln; sie stirbt entweder kurz vor der Verpuppung oder während der Puppenruhe ab. Eine Sporozoeninfektion kurz vor der Verpuppung kommt nicht mehr zum Tragen. Die in der Regel nach dem Schlüpfen des Falters erfolgende erste ergiebige Defäkation sorgt für die Beschmutzung der Afterwolle mit Kot. Die aus dem Ei schlüpfenden Räumchen kommen dann mit den Sporen in Berührung und infizieren die neue Generation.

Um diese Ergebnisse durch Freilanduntersuchungen zu bekräftigen, wurden in verschiedenen Befallsgebieten des Goldafters Winternester aus der Periode 1954/55 eingesammelt und auf Sporen im Kot durchsucht.

Tabelle 3: Auftreten der Sporozoose in Winternestern aus dem Freiland

Herkunft der Nester	Überwinterungsperiode 1954/55		Überwinterungsperiode 1953/54	
	mit Sporen	ohne Sporen	mit Sporen	ohne Sporen
Wermsdorf	5	18	2	13
Seyda/Steinsdorf	8	12	—	12
Seyda	11	5	4	9
Luckau/Schlabendorf ..	7	7	—	—
Golßen	—	8	—	—
Doberlug-Kirchhain	1	5	—	—
Skeuditz	—	11	—	8
Wahren	—	12	—	7
Böhlitz-Ehrenberg	—	14	—	4
Grimma	—	7	—	—
Ortrand	1	6	—	4

Aus der Übersicht geht hervor, daß die Nester aus jenen Gebieten, in denen im Laufe des Sommers Sporozoen festgestellt wurden, fast alle Sporen im Kot enthielten, selbst in einzelnen Nestern aus der Überwinterungsperiode 1953/54 konnten Sporozoen-Sporen festgestellt werden. Diese „gealterten“ Sporen waren fast immer dunkel verfärbt und nicht mehr so lichtbrechend, wie das normalerweise der Fall ist. Ich schließe daraus, daß Sporen von *Plistophora schubergi* ihre volle Infektionsfähigkeit etwa ein Jahr behalten und kaum einmal länger lebensfähig bleiben. Die Tabelle läßt erkennen, daß *Plistophora schubergi* auch 1954 in denselben Gegenden aufgetreten sein muß und schon 1953 an Einzelstandorten da war. Die Überwinterung der Sporen in den Jungraupen und Winternestern sehe ich daher als sicher an.

In den Gebieten um Seyda und Wermsdorf war schon 1954 lokal ein Rückgang des Goldafterbefalls zu bemerken, 1955 brach hier dann

die Kalamität völlig zusammen. Während in Seyda im Mai kaum noch eine Goldafterraupe zu finden war, starben die meisten Raupen in Wermsdorf erst im Juni. In den übrigen Gebieten, die mit Sporozoen verseucht waren (s. Tabelle 3), kam es 1955 zu keiner größeren Fraßschädigung mehr. Dagegen war in der Umgebung von Leipzig (Wahren, Skeuditz und Böhlitz-Ehrenberg) noch Kahlfraß zu verzeichnen. Hier konnten auch keine Sporozoen nachgewiesen werden. Bringt man das Auftreten der Sporozoen und den Rückgang des Befalls miteinander in Beziehung, so läßt sich die schon von Zwölfer ausgesprochene Vermutung erneut bekräftigen, daß *Plistophora schubergi* keine unbedeutende Rolle als Antagonist des Goldafters spielt.

Um einem möglichen Befruchtungsvorgang innerhalb des Entwicklungsvorganges von *Plistophora schubergi* nachzugehen, wurden in Ermangelung von Goldafterraupen etwa 50 Raupen des Mondvogels (*Phalera bucephala* L.) mit Sporen infiziert, indem so wie bei den Goldafterraupen verfahren wurde. Kontrolluntersuchungen zeigten, daß die nichtinfizierten Tiere frei von Parasiten waren und keine Sporozoen, ganz gleich welcher Art, beherbergten. Es wurden aus den Zuchtkästen jeden Tag 2 bis 3 Raupen entnommen, deren Darm herauspräpariert und fixiert wurde. Gelegentlich der Durchmusterung des Darmes eines nichtfixierten Tieres stellte sich heraus, daß Sporen vorhanden waren, die aber ein ganz anderes Aussehen hatten. Diese Sporen waren kleiner und rundlicher (s. Tabelle 4). Das plötzliche Auftreten einer anderen Sporozoenart war kaum möglich, da in allen untersuchten Därmen dieselbe Sporenform festzustellen war. Die Über-

Tabelle 4: Größe der Sporen von *Plistophora schubergi*

Sporen aus dem Goldafter		Sporen aus dem Mondvogel	
Länge in μ	Breite in μ	Länge in μ	Breite in μ
2,4	1,4	1,8	1,3
2,5	1,6	2,0	1,6
2,2	1,3	2,2	1,8
2,4	1,3	1,8	1,6
2,6	1,3	1,7	1,5
2,6	1,4	2,0	1,6
2,8	1,7	1,8	1,5
2,8	1,6	2,0	1,5
2,4	1,3	2,2	1,8
2,5	1,4	2,2	1,8
2,5	1,3	1,8	1,5
2,3	1,2	1,9	1,4
2,4	1,5	1,9	1,7
2,6	1,4	2,0	1,6
2,5	1,3	2,1	1,7
Durchschn. Verhältnis Länge : Breite = 1,7 : 1		Durchschn. Verhältnis Länge : Breite = 1,2 : 1	

tragung der kleinen rundlichen „Mondvogelsporen“ auf Goldafterraupen ergab nach etwa 14 Tagen wieder Sporen von „normalem“ Aussehen. Diese Sporen wieder vom Goldafter auf den Mondvogel überführt, ließen wieder die „kleinen rundlichen“ Formen hervorgehen.

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, sind die Größenverhältnisse gut gegeneinander abgegrenzt. Es handelt sich hierbei um eine ähnliche Erscheinung, wie sie Blunck bei *Pieris brassicae* L. und Parasiten beschrieben hat. Blunck kommt aber zu der Überzeugung, daß es sich bei ihm um verschiedene Sporozoenarten handelt. Das ist verständlich, wenn man die verschiedenen befallenen Organe der Wirtstiere in die Betrachtung mit einbezieht. Obwohl Blunck die Mikrosporidien-Arten, die wahrscheinlich alle zu einer anderen Gattung gehören (*Nosema*), auf mehr oder weniger verwandtschaftlich nahestehende Lepidopterenlarven mit wechselndem Erfolg übertrug, schreibt er nichts von einem „Formenwechsel“, wie dies bei der Übertragung der Sporozoen vom Goldafter (*Lymantriid.*) auf den Mondvogel (*Notodentid.*) und umgekehrt feststellen konnte. Aus diesem Grunde halte ich die angeführte Erscheinung für erwähnenswert.

Ich fasse meine Beobachtungsergebnisse in folgenden Punkten zusammen:

1. Auf dem Höhepunkt der abgelaufenen Massenvermehrung des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoea* L.) machten sich unter anderen Seuchenerregern örtlich auch Microsporidien der Art *Plistophora schubergeri* Zwölfer bemerkbar, mit denen Laboratoriumsversuche angestellt werden konnten.

2. Die ersten Sporenfunde von *Plistophora* wurden im Raupenkot gemacht. Die Parasiten greifen ausschließlich das Mitteldarmepithel an, dessen Zellen die Pansporoblasten enthalten.

3. Die Ansteckung der Raupen erfolgt per os. Die gesunden Eiräupchen können sich bald nach dem Schlüpfen an der mit sporenhaltigen Kotresten der Falter behafteten Afterwolle infizieren, mit der kranke Goldafterweibchen ihre Gelege bedecken. Von den in Nestern überwinterten, mit *Plistophora* besetzten Jungraupen nimmt die fortschreitende Verseuchung der Nestgemeinschaft nach der Wiederaufnahme des Fraßes im Frühjahr ihren Ausgang. Sporozoöse Raupen vermögen ihre Entwicklung bis zum Falter zu vollenden (nach den vorliegenden Versuchsergebnissen in vitro zu etwa 16 % bei einer durch *Plistophora* allein hervorgerufenen Gesamt mortalität der Raupen, Vorpuppen und Puppen von etwa 10 %).

4. Während der Winterruhe der Raupen im Nest ist die Sporenbildung unterdrückt; sie setzt im folgenden Frühjahr mit beginnendem Fraße verstärkt ein.

5. Der typische Krankheitsverlauf bei unmittelbar nach der Häutung im 4. Stadium künstlich infizierten Raupen erstreckte sich über 27 Tage, wogegen gesunde Kontrolltiere das 4. Stadium in 13 Tagen absolvierten, mit *Plistophora* und Polyedern gleichzeitig verseuchte Raupen des 4. Stadiums aber schon in 9 Tagen abgestorben waren. In letzterem Falle trat die Polyedrose sekundär als „Dispositionskrankheit“ der durch *Plistophora* geschwächten Raupen in Erscheinung.

6. Die Ausbreitung und Übertragung der Sporozoenkrankheit von einer auf die andere Generation geschieht — außer durch Atmosphärien — durch verseuchte weibliche Falter. Raupenfliegen und Schlupfwespen scheiden als Sporenüberträger aus.

7. Die künstliche Infektion von Mondvogelraupen (*Phalera bucephala* L.) mit *Plistophora*-Sporen aus dem Goldafter verlief positiv. Jedoch blieben die Sporen beim Mondvogel kleiner und rundlicher in der Form als beim Goldafter. Nach künstlicher Rückführung der *Plistophora* vom Mondvogel auf den Goldafter wurden bei letzterem wieder normal ausgeformte Sporen erhalten, deren anschließende Übertragung auf den Mondvogel abermals zur Ausbildung kleiner rundlicher Sporenformen führte.

Literatur

- Auersch, O., Zur Kenntnis des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoea* L.). Beitr. Ent. 5, 1955, S. 96—126.
- Blunck, W., Mikrosporidien bei *Pieris brassicae* L., ihren Parasiten und Hyperparasiten. Z. ang. Ent., 36, 1954, S. 316—333.
- Doflein, Fr. u. Reichenow, E., Lehrbuch der Protozoenkunde. 6. Aufl. Jena 1953.
- Templin, E., Probleme der Goldafterbekämpfung im Hinblick auf die Abwehraktionen im Jahre 1954. Die Deutsche Landwirtschaft, 6, 1955, S. 190—191.
- Thiem, E. u. Wiegand, H., Neue Beobachtungen und Vorschläge zur Bekämpfung des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoea* L.). Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin), 9, 1955, S. 124—128.
- Zwölfer, W., Die Pebrine des Schwammspinners (*Porthetria dispar* L.) und Goldafters (*Nygmia phaeorrhoea* Don. = *Euproctis chrysorrhoea* L.), eine neue wirtschaftlich bedeutungsvolle Infektionskrankheit. Verhandl. D. Gesell. angew. Entomol. 6. Mitgliedervers. Wien 1926, S. 98—109, 1927.

Erdmausbekämpfung mit Insektiziden*

Von U. Schindler

Mit 3 Abbildungen

A. Waldschäden durch Mäuse

Nach dem zweiten Weltkriege traten in den forstlichen Verjüngungen vieler Teile Deutschlands starke Mäusefraßschäden in einem früher unbekannten Ausmaß ein (Frank 1952, Kulicke, Mehl, Schindler 1953 a). Soweit bisher bekannt wurde, sind die größten Verluste im nordwestdeutschen Bergland entstanden (Schindler 1954). Hinsichtlich des von ihr hervorgerufenen Schadens überragt die Erdmaus (*M. agrestis* L.) alle anderen Mäuse. Leider ist sie für den im Bestimmen von Kleinsäugern Ungeübten nur schwer von der Feldmaus (*M. arvalis* Pallas) zu unterscheiden, was zu mannigfachen Verwechslungen geführt hat. Wesentlich ausgeprägter als die geringfügigen morphologischen Unterschiede sind die ökologischen Abweichungen beider Arten voneinander. *M. agrestis* findet optimale Verhältnisse auf vergrasten Kahlflächen und offen Blößen der Naturverjüngungen, wobei sie eine Vorliebe für feuchte Standorte zeigt. Ihre Fraßplätze sind durch zerbissenes Gras („Häcksel“) charakterisiert, von dem sie sich hauptsächlich ernährt. Ihre Gänge liegen gedeckt vom Pflanzengewirr meist unmittelbar auf der Erdoberfläche. Baue gräbt sie weniger als die Feldmaus, denn ihre Schlupfwinkel und Nester sind in der Regel unter den vermorschenden Baumstubben des Altholz-Vorbestandes verborgen. Sobald sich der Wald „schließt“, d. h. wenn sich die Kronen der jungen Bäume berühren, verschwindet die Erdmaus. In Dickungen, Stangen- und ungelichteten Althölzern trafen wir sie bei den umfangreichen Fangserien in Wäldern verschiedenster Holzartenzusammensetzung nicht an.

Die Erdmaus ist kein guter Kletterer wie z. B. die Rötelmaus und die Langschwanzmäuse. Überwiegend befrißt sie daher die jungen Bäumchen nur am Stammfuß in Höhe von ein bis zwei Handbreiten über der Erde. Im Winter erreicht *M. agrestis* auch höhere Pflanzenteile bequem, da sie sich dann im Schnee Gänge um die Stämme und

* Vortrag während des 64. Ausspracheabends am 27. 6. 1956 im Bundesgesundheitsamt (Max von Pettenkofer-Institut), Unterabt. für hygienische Zoologie.

zwischen die Zweige wühlt. Nach dem Wegtauen des Schnees findet man daher Fraßstellen oft in 1 bis 1½ Meter Höhe über dem Boden. Dünne Stämmchen von wenigen Zentimetern Durchmesser werden vollkommen durchgenagt, bei dickeren die Rinde teilweise oder gänzlich stammumfassend geschält, so daß die Bäume wegen mangelnder Saftzufuhr kränkeln oder ganz eingehen.

Keine Holzart ist vor dem Erdmausfraß völlig sicher. Im allgemeinen werden Laubhölzer bevorzugt befressen, nächst der am stärksten geschädigten Buche vor allem Eiche, Roteiche, Ahorn, Esche, Pappel und Weide. Von den Nadelhölzern wird besonders die Lärche angegangen. In höheren Lagen, z. B. des Oberharzes, treten auch erhebliche Schäden an Fichten auf. Wirtschaftlich recht unangenehm wirkt es sich aus, daß die Mäuse (ähnlich wie das Wild!) auf den Verjüngungsflächen stets diejenigen Holzarten schwer schädigen, die seltener vorkommen. So werden die Bemühungen des Forstmannes, Reinbestände von Buche und Fichte mit Mischhölzern wie Ahorn, Esche, Roteiche und Lärche, Douglasie u. a. anzureichern, zunichte gemacht (Schindler 1954).

Das Bedrohliche an dieser Situation ergibt sich durch die fast mathematische Sicherheit, mit der die deutsche Forstwirtschaft seit 1949 alle drei bis vier Jahre einer Kalamität ausgesetzt war, denn die Erd-



Abb. 1.

Ursprünglich geschlossene, im Laufe der Jahre 1949—1955 durch Erdmausfraß stark gelichtete Buchennaturverjüngung im Forstamt Sieber/Westharz

maus durchläuft wie die Feldmaus einen ausgesprochenen Massenwechsel. Auf dieses Phänomen näher einzugehen, würde hier zu weit führen und es muß daher auf die Arbeiten von Chitty, Clarke, Elton, Frank, Franz, Maercks, Stein und anderen verwiesen werden. Tatsache ist, daß wir in der nächsten Zeit so lange mit einem bedrohlichen Erdmausauftreten rechnen müssen, bis die Verjüngungen der Wiederaufforstungsperiode der Nachkriegszeit zu Beständen herangewachsen sind. Betont sei aber, daß bei der heute üblichen Art der Buchenwirtschaft auch im normalen laufenden Betrieb ständig mit Erdmausschäden gerechnet werden muß. Die Anzucht der natürlichen Verjüngung unter einem gelichteten Altholzschirm bringt zwangsläufig eine gewisse Vergrasung mit sich, die der Erdmaus günstige Lebensbedingungen bietet.

Eine sorgfältige Feststellung der Höhe des Mäusebesatzes ist unmittelbar vor eventuellen Bekämpfungsmaßnahmen notwendig, damit diese nur durchgeführt werden, wenn wirklich Gefahr droht. Im Frühjahr muß unter Umständen der rasch erfolgende Zusammenbruch aus natürlichen Ursachen gerade bei stärkeren Mäusepopulationen in Betracht gezogen werden. Sicheren Einblick in die Stärke des Erdmausbesatzes erhält man nur durch Fallenfänge. Fangen sich in 100 Schlagfallen, aufgestellt in einer laufenden Kette mit je 2 bis 3 m Abstand



Abb. 2. Totalschaden durch Fraß der Erdmaus:
a) 40 cm hohe Schwarzkiefer, b) 60 cm hoher Buchenwildling, c) 2 cm starke Buche in typischer Weise über dem Erdboden durchgenagt

voneinander, in den ersten beiden Nächten je Nacht acht bis zehn Erdmäuse, so muß mit wirtschaftlich ins Gewicht fallenden Schäden gerechnet werden (kritische Zahl). Bei Fangprozenten, die über zehn liegen, drohen ernste Verluste (näheres über die Art der Fänge Schindler 1956).

B. Bisherige Bekämpfungsmaßnahmen

Nach Frank (1955) standen wir bei der Erdmausbekämpfung bisher vor einer „ungelösten Problematik“. Am sichersten wäre es, in den Verjüngungen überhaupt keinen Graswuchs aufkommen zu lassen. Das ist in Pflanzungen schon schwer — in Naturverjüngungen völlig unmöglich. Der oberirdischen mechanischen Unkrautbeseitigung sind arbeitstechnische und vor allem finanzielle Grenzen gesetzt. Eine chemische Grasvernichtung ist vorerst nur auf Kahlflächen und dort auch nur mit Kosten von 400 bis 500 DM je Hektar möglich. Die zur Zeit zur Verfügung stehenden Präparate schädigen noch die Forstgewächse, so daß sie in der Verjüngung selbst nicht ausgebracht werden können. Eine recht brauchbare Möglichkeit zur Verhinderung des Rindenfraßes der Erdmaus bietet ein am Stammfuß von der Erde bis in etwa 50 cm Höhe angebrachter Schutzanstrich. Er wurde schon früher von Praktikern mit Teerpräparaten (die u. U. unerwünschte phytotoxische Schäden verursachen) oder mit „Hausmitteln“ (breiartige Gemische aus Kalk, Kuhdung, Jauche usw.) durchgeführt. Auf Grund der neueren Versuche der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt mit pflanzenunschädlichen Wildverbiß-Mitteln (z. B. HTM der Fa. Hildebrandt/Kassel und Arbinol der Fa. Stähler/Stade) hat der Schutzanstrich in den letzten Jahren breiten Eingang in die Praxis gefunden und sich bewährt (Schindler 1953 b).

Die Bekämpfung der Erdmäuse führt man seit langer Zeit, analog zur Feldmausbekämpfung in der Landwirtschaft, auch im Walde mit Giftkörnern durch — hier aber ohne befriedigenden Erfolg. Erdmäuse nehmen die Giftkörner nur bedingt an und günstigenfalls wurden Teile der Erdmauspopulation vernichtet, während unnötigerweise die forstlich indifferenten Langschwanzmäuse den Begiftungen überwiegend erlagen. Auf die mannigfaltigen Versuche, die Erdmäuse an Futterplätzen in Mäusehütten anzulocken oder ihnen die Giftkörner in Röhren und Büchsen mit Druschabfällen in nicht ganz trockenem aber auch nicht zu feuchtem Zustand anzubieten, sei hier nicht weiter eingegangen. Die Erdmäuse spotteten aller Bemühungen und bauten nicht selten zwischen Körnern in den Büchsen ihre Nester. — Die Hoffnung, mit den die Blutgerinnung hemmenden Cumarin-Präparaten, die sich zur Rattenbekämpfung sehr eignen, auch

bei Erdmäusen zum Zuge zu kommen (M ü n c h b e r g), bestätigte sich nicht. Mäuse erwiesen sich gegen diesen Wirkstoff als recht resistent und die zwecks Erzielung des kumulativen Effektes notwendige mehrmalige Giftaufnahme bedingt ein in den forstlichen Verjüngungen technisch im Großen kaum durchführbares schwieriges Ausbringungsverfahren, wie eingehende Arbeiten der Göttinger Versuchsanstalt und anderer Stellen zeigten (Telle). Bisher ist auch den Bemühungen mit Köderstoffen gegenüber der Erdmaus der Erfolg versagt geblieben (G e r s d o r f). — Aus den Reihen der Schädlingsbekämpfer wurde immer wieder vorgeschlagen, gegen Feld- und Erdmäuse durch Aussetzen von Bakterien anzugehen. Wie skeptisch man derartigen Ratschlägen gegenüber sein muß, weil auch den Bakterien stets nur ein Teil der Mäuse zum Opfer fällt, hat erst kürzlich F r a n k (1953) dargelegt.



Abb. 3. Erdmausfraßschäden aus dem Winter 1951/52, ein Jahr später photographiert:

a) Krebsige Überwallungen der Rinde, b) Luftwurzelsbildung oberhalb der über der Erde liegenden Fraßstelle

C. Erdmausbekämpfung mit Insektiziden

I. Allgemeines

Nach den zahlreichen Fehlschlägen mit allen herkömmlichen Methoden erwies sich die Neuentwicklung eines Bekämpfungsverfahrens

gegen die Erdmaus als unumgänglich. Eile war geboten, denn die Forderung der Praxis nach wirksamen Abwehrmöglichkeiten wurde nach den Verlusten der Kalamitätswinter 1949 und 1952 immer drängender, zumal sich für 1955 ein neues Schadjahr abzeichnete. Aus den bisherigen überwiegend negativen Erfahrungen ergaben sich mehrere Forderungen, die an eine wirksame Methode bzw. ein durchschlagendes Mittel zu stellen waren:

1. Die Erdmaus muß auf Grund ihrer Lebensweise dazu gezwungen werden, das Gift aufzunehmen.
2. Das Mittel soll gerade noch so giftig sein, daß es die Erdmäuse vernichtet, andere Tiere aber möglichst wenig oder gar nicht schädigt.
3. Die Begiftung muß bei einmaliger Ausbringung vollen Erfolg verbürgen. Mehrmalige Behandlungen sind in den schwer begehbaren Verjüngungen bei dem derzeitigen Arbeitermangel mit hohen Lohnkosten belastet.
4. Die Begiftung muß ohne Spezialkenntnisse in einfacher Weise durchführbar sein, möglichst mit Geräten, die bereits in der forstlichen Praxis verbreitet sind.

Für diese Zwecke erschienen mir einige Insektizide als brauchbar, zumal in den USA durch überdosierte Spritzungen gegen Insekten Verluste bei Kleinsäugern, Vögeln und Wild eingetreten waren. Eben aus diesem Grunde stießen aber meine diesbezüglichen Anregungen im Jahre 1953 bei einigen Industriefirmen auf Ablehnung, wodurch wertvolle Zeit verloren ging. Ab 1954 führten wir im Rahmen von Institutsarbeiten größere Freilandversuche durch. Ausgehend von dem Gedanken, daß es schon ein Erfolg wäre, wenn man die zahlreichen gegen das Wild gezäunten Verjüngungen von Mäusen säubern könnte, begannen wir im Anhalt an amerikanische Literaturangaben mit für deutsche Verhältnisse recht hohen Dosierungen, die, wie wir heute wissen, gegen Erdmäuse nicht notwendig sind. Die frappanten Erfolge gegen die schädlichen Nager auf den gegatterten Flächen und die erstaunlich geringe Gefährdung der übrigen Tierwelt führten dann bei Einsetzen des stärkeren Mäusefraßes im Beginn des dritten Kalamitätsherbstes 1955 bald zu Begiftungen von Freiflächen. Inzwischen sind im Winter 1955/56 in Westdeutschland mindestens 5000 ha gegen Erdmäuse begiftet worden, davon waren etwa zwei Drittel Freiflächen.

Über diese Aktionen liegen der Versuchsanstalt eingehende Meldungen vor, weil die staatlichen Forstmeister Niedersachsens und Nordrheinwestfalens jeweils am Jahresende über das Auftreten und die Bekämpfung der Forstschädlinge berichten und dabei eine spezielle Erörterung der Erdmausfrage erbeten worden war. Das Bild erfuhr eine Ergänzung durch eine Fragebogenaktion im April 1956, bei der etwa 30 Forstämter, in denen größere

Bekämpfungen noch bis in den Januar hinein durchgeführt worden waren, ihre Erfahrungen mitteilten und ein zusammenfassendes Urteil nach Ablauf des Winters abgaben. Im Ganzen haben rund 200 Dienststellen speziell über die Erdmausbekämpfung mit Insektiziden berichtet. Im folgenden wird eine Auswertung der Arbeiten der Forstlichen Versuchsanstalt und der Erfahrungen der Praxis gegeben.

II. Wirkstoffe

a) Präparate

In ausgedehnten Versuchen wurden im Winter 1954/55 Toxaphen und Endrin, im Winter 1955/56 neben diesen Mitteln noch Aldrin und Isodrin (Stereo-Isomer des Aldrin) geprüft, die sich sämtlich als wirksam gegen Erdmäuse erwiesen (Schindler 1956). Es handelt sich hierbei um Gifte, die bisher ausschließlich gegen schädliche Insekten eingesetzt wurden. Toxaphen, Endrin und Aldrin sind von der Biologischen Bundesanstalt als Insektizide anerkannt worden, während Isodrin (von der amerikanischen Firma Hyman & Comp. herausgebracht als Compound 711) in Deutschland noch nicht zum Einsatz kam. Die Wahl fiel vor allem auf Toxaphen und Endrin, weil diese Wirkstoffe bei einem wirtschaftlich noch vertretbaren Aufwand entsprechend ihrer Toxizität Wirkungen gegen Erdmäuse, jedoch bei entsprechenden Dosierungen und termingerechter Anwendung im Walde kaum Schädigungen der übrigen Tierwelt erwarten ließen.

b) Dosierungen und Aufbereitungsformen

Bei den ersten Versuchen in Göttingen war von den amerikanischen Erfahrungen ausgegangen worden, wonach bei Feldspritzungen gegen Insekten mit 6 bis 12 kg Toxaphen-Emulsion in 500 bis 2800 Litern Wasser je Hektar auch Abtötungserfolge gegen Mäuse erzielt wurden (Hercules Powder Company). Die eigenen Arbeiten zeigten, daß mit 6 kg 50 %iger Toxaphen-Emulsion in 400 l Wasser/ha bei Flächenbehandlungen mittels Rückenspritzen je nach Stärke des Pflanzenbewuchses eine zur Verhinderung des Fraßes an Forstpflanzen ausreichende, ja meist sogar eine völlige Abtötung der vorhandenen Erdmäuse erzielbar ist (Schindler 1955). Ausgehend von diesen Erfahrungen wurden die Dosierungen für andere in Frage kommende Wirkstoffe entsprechend ihrer speziellen Toxizität gegen Warmblüter berechnet, jeweils unter Berücksichtigung der Aufbereitungsform (Emulsion, Staub) und der Wirkstoffkonzentration in den einzelnen Präparaten. Für die geprüften Gifte hat man bei oraler Aufnahme der Stoffe durch Ratten mit folgenden Toxizitätszahlen (LD 50) zu rechnen: Toxaphen: 60 (Holz); Endrin: Weibchen juv. 17, Weibchen ad. 7, Männchen juv. 29, Männchen ad. 43 (Treon); Aldrin: Männchen 49, Weibchen 79 (Shell Comp.); Isodrin: 10—17 (Shell Chem. Corp.).

1. Emulsionen

Auf Grund der Ergebnisse des ersten Versuchswinters 1954/55 wurden der Praxis 6 kg Toxaphen (50 %ige Emulsion) bzw. 1,7 kg Endrin (30 %ige Emulsion) pro Hektar empfohlen (Schindler 1955). Eingehende Versuche im Kalamitätswinter 1955/56 haben gezeigt, daß man bei nicht allzu üppigem Bewuchs mit 4 kg Toxaphen-Emulsion (= 2 kg reiner Wirkstoff) und entsprechend nur 1 kg Endrin-Emulsion (= 300 g reiner Wirkstoff) auskommt (Schindler 1956). K r u m p p erzielte in Bayern ebenfalls mit 4 bis 6 kg Toxaphen gute Erfolge. 4 kg werden von ihm als untere ausreichende Dosis angegeben. Die Berichte der Praxis betonen, daß bei gemähten Kulturflächen mit 4 kg Toxaphen bzw. 0,9 kg Endrin die Erdmäuse restlos abgetötet wurden, jedoch auf sehr stark verseggten und verbuschten Flächen genügten selbst 6 kg Toxaphen bzw. 1,7 kg Endrin nicht in allen Fällen. Dabei spielt auch der Zeitpunkt eine wichtige Rolle: Im Spätsommer hat der Pflanzenwuchs sein Optimum erreicht und erfordert dann den größten Mittel- und Wasseraufwand. Im Spätherbst und zu Eingang des Winters kommt man dagegen mit den Mindestmengen aus, weil dann das Laub abgefallen ist und Gräser und Kräuter abgestorben und zusammengesunken sind. Auf gelegentlich mitbehandelten Waldfeldbauflächen konnten Feldmäuse mit einer Giftmenge abgetötet werden, die noch unter 4 kg Toxaphen-, bzw. 1 kg Endrin-Emulsion lag. Es ist einleuchtend, daß für Ackerflächen geringere Dosierungen ausreichen als auf Forstflächen, die mit manns-hohem Gras, Büschen und Bäumen bewachsen sind. Nach diesen Erfahrungen wird für 1 ha Waldfläche in Zukunft die Menge von 4 bis 6 kg Toxaphen- bzw. 1,0 bis 1,2 kg Endrin-Emulsion je nach der Stärke des Bewuchses empfohlen.

Für die in der Praxis noch nicht angewandten Wirkstoffe Aldrin und Isodrin ergaben die Freilandversuche folgendes: Mit 40 %iger Aldrin-Emulsion konnten in hohem Gras mit 3 und 6 kg ausreichende, bei niedrigem Pflanzenbewuchs mit 3 und 4 kg beste Erfolge erzielt werden. 4 kg Emulsion entsprechen einer reinen Wirkstoffmenge von 1,6 kg Aldrin je ha. Das in der Toxizität dem Endrin vergleichbare Isodrin wirkte als 30 %ige Emulsion mit 1,2 kg bei hohem Gras ausreichend und bei niedrigem Pflanzenbewuchs gut. Mithin sind wie bei der Endrin-Emulsion 300 bis 400 g reiner Isodrin-Wirkstoff je Hektar erforderlich (Schindler 1956).

Alle Emulsionen wurden beim S p r i t z e n in einer Mindest - W a s s e r m e n g e von 400 l je Hektar ausgebracht, die beim Sprühen mit gutem Erfolg bis auf $\frac{1}{10}$ reduziert werden konnte. Nimmt man die unter normalen Verhältnissen im Frühwinter ausreichende Menge von 4 kg Toxaphen-Emulsion bzw. 1 kg Endrin-Emulsion, so ergeben sich folgende S p r i t z b r ü h e - K o n z e n t r a t i o n e n : Toxaphen-

Emulsion (mit 50 0/0igem Wirkstoffanteil, z. B. M 5055, Fa. Merck) 1 0/0ig und Endrin-Emulsion (mit 30 0/0igem Wirkstoffanteil, z. B. Larcacid, Fa. Aglukon) 0,25 0/0ig. Diese Konzentrationen bedeuten eine fünffache Überhöhung gegenüber der Anwendung der gleichen Präparate im Pflanzenschutz gegen Insekten. Da auch bei Insektenbekämpfungen gegen schwer bekämpfbare Schädlinge Überdosierungen bis zum Fünffachen üblich sind, bedeutet das nichts anderes, als daß die Erdmausbekämpfung mit chlorierten Kohlenwasserstoffen sich in bezug auf ihre „Gefährlichkeit“ kaum von Maßnahmen gegen widerstandsfähige Insekten, etwa Rüsselkäfer, abhebt.

2. Staub

Von der Bekämpfung der Insekten her ist bekannt, daß bei Bestäubungen je Flächeneinheit mehr Wirkstoff erforderlich ist als bei der Anwendung von Flüssigkeiten. Bei der Erdmausbekämpfung liegen die Verhältnisse ähnlich. Sichere Abtötung der Erdmäuse ergab sich bei folgenden Mengen je Hektar: 30 kg Toxaphen-Staub (30 0/0ig = 9 kg reiner Wirkstoff); 20 kg Endrin-Staub (3 0/0ig = 600 g reiner Wirkstoff); 20 kg Aldrin-Staub (10 0/0ig = 2 kg reiner Wirkstoff). Mit geringeren Mengen konnte der Erdmausbesatz nicht vollständig erfaßt werden (Schindler 1956). Ganz allgemein ist die Ausbringung so hoher Wirkstoffmengen unerwünscht. Man wird daher nur in Ausnahmefällen zur Flächenbestäubung schreiten, wenn die Wasserbeschaffung für das Spritz- bzw. Sprühverfahren unüberwindliche Schwierigkeiten verursacht. Für den Praktiker ist entscheidend, daß die Kosten der notwendigen Staubpräparate zwei- bis dreimal so hoch liegen wie beim Spritzen. Im vergangenen Winter beschränkte sich die Verwendung von Toxaphen-Staub nur auf vereinzelte Fälle, die etwa 2 bis 3 0/0 der insgesamt gegen Erdmäuse begifteten Flächen ausmachen.

c) Vorsichtsmaßnahmen

Die Arbeit mit den genannten Mitteln und den empfohlenen Aufwandmengen erfordert gegenüber den allgemein im Pflanzenschutz üblichen Vorsichtsmaßnahmen keine besonderen Vorkehrungen. Obwohl es selbstverständlich ist, daß nicht gegen den Wind gespritzt oder gesprüht und nicht während der Arbeit gegessen oder geraucht werden darf, muß immer wieder darauf hingewiesen werden, weil sich nach einer gewissen Gewöhnungszeit leicht Nachlässigkeiten einstellen. Einige Revierverwalter berichten über Magenbeschwerden, Kopfschmerzen und Hautreizungen bei Arbeitern, die Toxaphen-Emulsion spritzten. In dieser Hinsicht empfindliche Personen dürfen nicht zu derartigen Arbeiten herangezogen werden.

III. Abtötung der Mäuse

a) Erdmaus

Die Vergiftung der Erdmäuse geschieht auf oralem Wege, entweder beim Putzen oder bei der Nahrungsaufnahme. Manche untersuchten Tiere wiesen im Magen Gras auf, welches mit Toxaphen-Emulsion verschmiert war. Im Freien verenden die Mäuse meist auf der Seite oder auf dem Rücken liegend mit eingezogenem Kopf und gekrümmtem Rückgrat. Wie aus den Meldungen hervorgeht, sterben bei Spritzarbeiten zufällig übersprühte Mäuse sofort, „so daß man förmlich an eine Kontaktwirkung glauben könnte“ berichtet der Forstmeister des Reviers Wolfenbüttel. Auch ein Hochspringen und Verenden vor den Arbeitern wird erwähnt. Es dürfte sich hierbei um eine Schockwirkung handeln, die durch das Hin- und Herlaufen der Arbeiterkolonnen, den starken Geruch des Toxaphens und den Lärm der motorgetriebenen bzw. fahrbaren Geräte verursacht wird.

Das Bestechende bei der Erdmausbekämpfung mit chlorierten Kohlenwasserstoffen ist die Schnelligkeit, mit der das Ziel der Maßnahme erreicht wird. Das Absterben der Erdmäuse auf den behandelten Flächen beginnt noch während der Arbeiten, weil die Erdmaus auch am Tage viel umherläuft und der Nahrungssuche nachgeht. In der Regel ist die Masse des Besatzes nach Ablauf von 24 bis 48 Stunden verendet. Nur bei den niedrigsten Dosierungen zog sich dieser Vorgang über einige Tage hin. Entsprechend dem geringen Aktionsradius, der sich kaum über mehr als einen Ar erstreckt, können bei lückenhafter Behandlung (z. B. mit Großgeräten) einige Tiere in Schlupfwinkeln, wie stark vergrasteten Gräben, zunächst überleben. Sie vergiften sich aber, sobald sie mit dem behandelten Teil der Verjüngung in Berührung kommen. Tatsächlich wurden auf täglich abgesuchten Flächen auch nach einigen Tagen noch vereinzelte Mäuse gefunden. Die Versuchsanstalt führte bei ihren Arbeiten neben Zählungen der toten Tiere stets Probefänge nach einheitlicher Methode vor und nach der Begiftung durch (Schindler 1956). Auch die Forstbeamten zählten gelegentlich auf Teilflächen die toten Mäuse. Je nach der Stärke des ursprünglichen Besatzes wurden bei den Versuchen am zweiten Tag nach der Begiftung je Hektar etwa 20 bis 60 Erdmäuse (Schindler 1956), bei Arbeiten der Praxis nicht selten erheblich mehr gefunden. Im Forstamt Hardeggen (Solling) zählte ein Revierförster nach einer Toxaphen-Begiftung auf 1 ha 193 Erdmäuse. Es wird aber nur derjenige Teil des Besatzes gefunden, der außerhalb der Deckung verendet. Nachsuchen in Bauen und Gängen förderten ebenfalls tote Mäuse zutage. Gelegentlich lagen 2 und 3 Tiere zusammen in einem Versteck.

Letztlich ist für die Beurteilung der Maßnahme nicht die Zahl der abgetöteten Mäuse, sondern die Verhütung des gefährlichen Fraßes entscheidend. Bei vorbeugenden Behandlungen kam es erst gar nicht zum Fraß an Wirtschaftsholzarten. Auf denjenigen Flächen, wo die Begiftung nach beginnendem Schadfraß einsetzte, hörte das Nagen „schlagartig“ auf, wie immer wieder in den Erfahrungsberichten betont wird. Das Gesamturteil der Praxis ist daher außerordentlich positiv.

b) Übrige Kleinsäuger

Entsprechend den uneinheitlichen Lebensgewohnheiten der übrigen Kleinsäuger war die Giftwirkung auf sie unterschiedlich. *Feldmäuse* wurden in allen Fällen ebenfalls abgetötet. Es besteht die Vermutung, daß sie dem Gift in den ausgebrachten Aufwandmengen noch schneller erliegen als die im Durchschnitt stärkeren Erdmäuse. *Wühlmäuse* können sich an den bespritzten Pflanzen ebenfalls vergiften, wenn sie an die Oberfläche kommen. Mit den Herbstbekämpfungen ließ sich jedoch eine entscheidende oder wirtschaftlich spürbare Verringerung des Wühlmausbesatzes auf forstlichen Flächen nicht erzielen. Aus den Fangergebnissen vor und nach den Begiftungen kann geschlossen werden, daß ein Teil der *Rötelmäuse* und mindestens die Hälfte der *Langschwanz-* und *Spitzmäuse* die Begiftung überleben. Dies hängt mit der den *Microtinae* gegenüber anders gearteten Nahrung zusammen. Je später im Jahr die Behandlung stattfindet, desto mehr leben Langschwanzmäuse von ihren eingetragenen Vorräten (Grassamen, Früchte), zudem halten sie sich im Winter tagelang schlafend in ihren Verstecken auf.

IV. Wirkung auf die übrige Tierwelt, insbesondere Wild

Für die Anwendung der chlorierten Kohlenwasserstoffe gegen Erdmäuse in der Praxis ist die Frage entscheidend, inwieweit das Wild dabei gefährdet wird. In der amerikanischen Fachliteratur gibt es zahlreiche Arbeiten über die Toxizität von Toxaphen und Endrin. Die Ergebnisse basieren auf Laboratoriums- und Gehegeversuchen, in denen Haustiere ständig oder in Intervallen mit dem Gift gefüttert oder in Kontakt gebracht wurden. Auch existieren viele Berichte über die Folgen von nach unseren Begriffen stark überdosierten Begiftungen, in der amerikanischen Landwirtschaft sowie über Schäden nach grobfahrlässigem Verhalten, z.B. Spülen der Geräte in Fischgewässern. Trotz sorgfältigen Studiums war in Hinblick auf den deutschen Wildbesatz aus diesen Angaben keine klare Voraussage möglich.

Eine grobe Analyse des Wildbestandes ergibt, daß im Hauptverbreitungsgebiet der Erdmaus, in den mitteldeutschen Bergwäldern, die

häufigsten Wildarten Rehe, Rot- und Schwarzwild sind. Hasen finden sich in den bergigen Lagen in wesentlich geringerer Zahl als im Flachland. Kaninchen, Rebhühner und Fasanen (die amerikanischen Berichten zufolge bei überdosierten Spritzungen in erster Linie gefährdet sind) gibt es im Mittelgebirge fast gar nicht. Obwohl nach den Berechnungen über das Verhältnis der Toxizität der Gifte zur Masse der von den Tieren aufgenommenen Nahrung ausgeschlossen war, daß Schalenwild gefährdet sein könnte, wurden die ersten Freilandversuche nur in gegatterten Kulturflächen durchgeführt. Auf sie beschränkten sich nach dem positiven Ausgang der Arbeiten auch zunächst die Empfehlungen an die Praxis. Nun ist es eine bekannte Tatsache, daß umfangreiche Gatter von mehreren Hektar Größe nicht immer wildrein sind. Vereinzelte Stücke springen gelegentlich ein und bleiben oft monatelang im Zaun. Als sich dann bei Begiftungen auf derartigen Gatterflächen (die ein Ausweichen in unbehandelte Flächen nicht gestatten) das Wild ohne sichtbare Beeinträchtigungen hielt, war ersichtlich, daß eine Schädigung auf nicht gezäunten Flächen, die ein Hin- und Herwechseln zwischen behandelten und unbegifteten Waldflächen erlauben, nicht zu erwarten war. Folgerichtig ging die Praxis alsbald zur Begiftung auch der mäusegefährdeten Freiflächen über. Wie immer bei einem neuen Verfahren herrschte zunächst eine gewisse Skepsis und die begifteten Flächen wurden einschließlich ihrer Umgebung außerordentlich gründlich nach Fallwild abgesucht — zumal die „grüne Farbe“ alles andere als „giftfreundlich“ ist. Um so höher ist es zu veranschlagen, wenn bei den auf mehreren tausend Hektar durchgeführten Begiftungen wildbesetzter Flächen geschädigtes Schalenwild nicht gefunden wurde. Diese Feststellung verdient Beachtung, weil besonders die wildreichen Reviere des Sollings, Teutoburger Waldes und hessischen Berglandes Mäusebekämpfungen durchführten. Der üble Geruch des Toxaphens hält das Wild von den behandelten Verjüngungen meist eine Zeitlang fern. Jedoch ist dies nicht immer der Fall, denn in einer Reihe von Berichten wird betont, daß der Geruch, welcher für den Menschen noch monatelang nach der Spritzung spürbar ist, dem Wild offensichtlich nichts ausmacht.

Auch über Hasen liegen zahlreiche Meldungen vor, wonach sie sich in den mit Toxaphen bzw. Endrin begifteten Gattern gehalten haben. Nur in vereinzelten Fällen gingen Hasen ein (Wolfenbüttel, Brake, Rothenburg).

Mit welcher Vorsicht derartige Angaben aufgenommen werden müssen, zeigt folgende Begebenheit: Vor einer geplanten Versuchsbekämpfung wurde im Forstamt Bramwald in einer Gatterfläche eine kleine Hasenjagd abgehalten. Dabei wurde zufällig ein toter Hase gefunden, der wohl der vielerorts auftretenden Kokzidiose zum Opfer gefallen war. Hätte man ihn einige Tage nach der Begiftung entdeckt, so wäre er sicherlich der Aktion zur Last gelegt worden, wie ein zweites, später gefundenes Exemplar. Noch interessan-

ter ist folgender Vorfall: Im lippischen Revier Brake lagen bei Spritzbeginn tote Frischlinge in der Verjüngung. Ein zugezogener Tierarzt diagnostizierte zunächst Tollwutverdacht. Jedoch fand man im Magen der Tiere *Castrix*-körner, die auf benachbarten Kulturen ausgelegt worden waren.

Trotz der Warnung der Versuchsanstalt nahmen manche Förster ihre Hunde mit auf die begifteten Flächen, ohne daß die Tiere Schäden erlitten hätten. Auch der Verzehr einiger vergifteter Mäuse schadete nicht, jedoch erbrachen die Hunde, wenn sie zahlreiche tote „Gift“-Mäuse gefressen hatten. Auch Füchse nahmen tote Mäuse auf. Sie wurden in den behandelten Gatterflächen vermehrt beobachtet. Außer einem toten Hermelin wurden keine Abgänge beim Raubwild festgestellt. Eichelhäher, Krähen und Bussarde fraßen viele kranke oder tote Mäuse, ohne daß Beeinträchtigungen zu bemerken gewesen wären (Wolfenbüttel). Bei Frühjahrsspritzungen (die künftig nur in Ausnahmefällen anzuwenden sein werden, s. V) fielen der Toxaphen-Spritzung Bergeidechsen zum Opfer (Schindler 1955). Eigenartigerweise konnte im Herbst ähnliches nicht beobachtet werden, ja auch die Praktiker betonten ausdrücklich, daß Frösche, Bergeidechsen und Blindschleichen sich auf behandelten Flächen weiter aufhielten. Eine Schädigung der Insektenwelt kommt bei den in der Regel erst ab Ende Oktober beginnenden Aktionen kaum noch in Frage.

Zieht man die Bilanz, so ergeben sich vereinzelte Verluste bei den Hasen. Auch sie werden sich künftig vermeiden lassen, wenn man mit nur 4 bis 5 kg Toxaphen- bzw. 1,0 bis 1,2 kg Endrin-Emulsion je Hektar statt wie bisher mit 6 bzw. 1,7 kg gegen die Erdmäuse arbeitet. Damit entfällt der wesentlichste Einwand, der gegen die Verwendung von Insektiziden zur Bekämpfung der Erdmäuse gesprochen hätte.

V. Wirkungsdauer der Gifte und Behandlungstermine

Nach Angaben der Herstellerfirmen beträgt die Wirkungs-
dauer beim Toxaphen 3 bis 4 Wochen, beim Endrin etwas mehr als 2 Wochen. Sie scheint während warmer Witterung schneller zu erlöschen als bei niedrigen Temperaturen. So wurden nach einer Ende Oktober durchgeführten Versuchsbegiftung noch 6 Wochen später frisch vergiftete Erdmäuse gefunden. Im allgemeinen aber klingt die Wirkung bei Toxaphen nach 4 Wochen, beim Endrin schon eher ab, wie die Wiederbesiedlung von den Seiten her zeigt, welche immer dann stattfindet, wenn in der Nachbarschaft ein stärkerer Populationsdruck herrscht. Die günstigste Bekämpfungszeit ist der Spätherbst bzw. Winterbeginn, wenn der Mäusebesatz sein Maximum erreicht hat und der Fraß unmittelbar bevorsteht oder begonnen

hat. Dabei läuft man allerdings Gefahr, bei einsetzendem Schneefall mit der Begiftung der Flächen nicht fertig zu werden. Unter Umständen wird sich eine zweimalige Behandlung bei stark verseuchten Flächen nicht vermeiden lassen, wenn der Fraß so früh einsetzt wie teilweise 1955 (Forstamt Helmstedt: Starker Fraß bereits Anfang August!).

Frühjahrsbehandlungen sollten Ausnahmefälle darstellen. Sie haben nur Sinn zur Abwehr noch laufend eintretender Schäden, nicht aber zur Vorbeugung, da im Frühsommer kaum Holzpflanzen von der Erdmaus angegangen werden.

VI. Ausbringung der chemischen Präparate

Ob die Forstbetriebe die Mäusebekämpfung vorteilhafter in Eigenregie durchführen oder Unternehmerarbeit vorzuziehen ist, hängt von den örtlichen Verhältnissen ab. Beides hat sich im Winter 1955/56 bewährt. Die Entscheidung richtet sich nach den vorhandenen Geräten, den Möglichkeiten der Wasserbeschaffung, den verfügbaren Arbeitskräften und entstehenden Kosten. Eigene Spritzungen der Forstämter mit den bereits für andere Zwecke angeschafften Rückenspritzen gestalteten sich in der Regel am einfachsten und billigsten, weil eine Amortisation für die Geräte nicht mehr in Rechnung gestellt zu werden brauchte. Auch die terminmäßige Ungebundenheit hat sich bei forsteigenem Einsatz bewährt, während ein Unternehmer in einem bestimmten Bezirk nur mehrere Reviere nacheinander bedienen kann. Schließlich ist die Behandlung der Flächen durch im Stundenlohn arbeitende Waldfacharbeiter gründlicher als durch ortsfremde, waldunkundige Kräfte. Selbst wenn diese vom Forstpersonal überwacht werden, bleibt es nicht aus, daß doch hier und da Plätze unbegiftet bleiben, vor allem bei Spritzungen mit den bis 100 m langen Schläuchen, die an Motorspritzen auf Unimog- oder Aldog-Fahrzeugen angeschlossen sind.

Die Bekämpfung mit tragbaren Kleingeräten findet ihre Grenze, wenn es sich um bedrohte Großflächen handelt. Immerhin haben Forstämter in Niedersachsen, Hessen und Lippe Verjüngungen bis zu 100 Hektar Ausmaß mit bestem Erfolg mittels Rückenspritzen begiftet. Die benötigten Wassermengen liegen zwischen 400 und 600 Litern je ha, wobei der größere Anteil der Flächen mit 400, in Sonderfällen nur mit 300 Litern bespritzt wurde. Ein Arbeiter bewältigt 0,75 bis 1,25 ha in 8 Stunden; in günstigen Fällen sogar mehr. Eine wesentlich höhere Flächenleistung erzielt man mit den rückentragbaren Motorsprüngeräten (z. B. vom Typ Solo, Schefenacker, Fontan u. ä.), die dadurch wohl erstmalig im Walde Eingang gefunden haben. Die je Hektar benötigte Giftmenge wird nur in $\frac{1}{10}$ der beim Spritzen erforderlichen Wassermenge, also in

40 bis 60 l/ha versprüht. Die erzielte Wirkung gegen die Erdmäuse stand der Spritzung in nichts nach. Mit einem Gerät konnten in 8 Stunden 4 bis 6 ha Forstkulturen begiftet werden. An fahrbaren Großgeräten kamen je nach den örtlichen Möglichkeiten die verschiedensten Typen zum Einsatz. Im lippischen Gebiet arbeiteten in nicht zu hohen Verjüngungen erfolgreich die in der Landwirtschaft gebräuchlichen Gesspannspritzen. In den bergigen Lagen Südniedersachsens und Braunschweigs wurden große Flächen mit Hilfe der Schlauchspritzung (Unimog- bzw. Aldog-Fahrzeuge) bewältigt (Wasserbedarf mindestens 400, meist 600 l/ha, Leistung in einer Stunde 1 ha, für das Umhertragen der 80 bis 100 m langen Schläuche sind drei Frauen erforderlich). Der rasche Arbeitsfortschritt dieses Verfahrens verlangt unbedingt gründliche Überwachung durch örtlich kundiges Forstpersonal. Den Idealfall stellte die kombinierte Begiftung mit Großgeräten und rückentragbaren Spritz- oder Sprühgeräten dar, wobei die letzteren schwer zugängliche Plätze bearbeiteten (Hess. Forstamt Dudesheim). Auch das Sprühen mit Großgeräten hat sich bewährt, z. B. mittels Super IV (Fa. Schulze-Eckel) durch die Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt auf Waldfeldbauflächen des Lehrforstamtes Bramwald (Leistung in 1 Stunde 2 Hektar).

Die nur in Sonderfällen angebrachte Ausbringung von Staub empfiehlt sich mit den von einem Mann tragbaren kombinierten Motor-Sprüh- und Stäubegeräten oder mit dem von zwei Arbeitern getragenen Matador-Motorstäuber.

In jedem Fall ist die Behandlung mit allen genannten Geräten erfolgreicher, wenn die Verjüngungen vorher vom Gras freigemäht werden. Bewährt hat sich die Bildung einer Spritzkolonne, die in allen Förstereien eines Forstamtes arbeitet. Einarbeitung stets neuer Kräfte in jeder Försterei kostet Zeit und mindert die Leistung.

VII. Kosten

Die reinen Kosten der chemischen Präparate liegen für den Verbraucher zwischen 24 und 36 DM/ha (= 4 bzw. 6 kg Toxaphen-Emulsion); der Preis der für einen Hektar notwendigen Menge des Endrin-Mittels Largacid bewegt sich annähernd auf gleicher Ebene. Zu diesen festen Kosten treten Teilsummen für Arbeitslöhne, Wasseranfuhr, Geräteamortisation bzw. -beschaffung und schließlich der Unternehmergewinn, falls man nicht in Eigenregie arbeitet. Wurden mit bereits vorhandenen Rückenspritzen 6 kg Toxaphen-Emulsion in 400 l Wasser verspritzt, so betrugen die Gesamtkosten im Durchschnitt vieler Forstämter 55 DM/ha. Unternehmerarbeit mit Motorspritzen auf Unimog-Fahrzeugen kostete in Südniedersachsen 80 bis 90 DM, in Hessen und dem

Bezirk Detmold z. T. erheblich weniger. Am billigsten erwies sich die Behandlung mit den wassersparenden, auf dem Rücken tragbaren Motorsprühgeräten. Bei dem für diese angegebenen Hektarsatz von 42 bis 45 DM ist die Anschaffung der Geräte nicht mit berücksichtigt. Aber selbst unter Berechnung der Amortisation kommt man zu bemerkenswert niedrigen Behandlungskosten, weshalb denn auch verschiedene Reviere noch eingangs des Winters Geräte beschafften und in anderen Forstämtern der Ankauf vorgesehen ist, falls weitere Mäusebekämpfungen notwendig werden sollten.

Die genannten Kosten werden in mehreren Erfahrungsberichten ausdrücklich als tragbar bezeichnet, da die Gründung und Pflege gerade der Laubholzverjüngungen außerordentlich hohe Ausgaben verursacht. (Man rechnet 1000 bis 2000 DM je ha Kulturkosten, dazu in den ersten Jahren laufend jährlich 100 bis 200 DM Pflegekosten, ungerechnet der Ausgaben für den Schutz gegen das Wild.) Im Laufe des etwa 120- bis 160jährigen Gesamtlebens eines Laubholzbestandes können im ersten Jahrzehnt bei dem in einem etwa dreijährigen Zyklus erfolgenden Massenwechsel der Erdmaus Bekämpfungen zwei-, höchstens dreimal notwendig werden.

Abschließend ist festzustellen, daß der Forstwirtschaft mit der Erdmausbekämpfung durch spezielle chlorierte Kohlenwasserstoffe endlich ein wirksames Verfahren zur Verfügung steht, mit dessen Hilfe die Verjüngungen in gefährlichen „Mäuse“-Jahren von den schädlichen Nagern befreit werden können.

Literatur

- Chitty, D., 1952. Mortality among Voles (*Microtus agrestis*) at Lake Vyrnwy, Montgomeryshire in 1936-9. Philosoph. Transact. Royal Soc. London, Ser. B Biological Sciences Nr. 638, Vol. 236, 505—552.
- Clarke, J. R., 1953. The Effect of Fighting of the Adrenals, Thymus and Spleen of the Vole (*Microtus agrestis*). J. Endocrinology 9, 114—126.
- Elton, C., 1942. Voles, Mices and Lemmings. Oxford.
- Frank, F., 1952. Umfang, Ursachen und Bekämpfungsmöglichkeiten der Mäusefraßschäden in Forstkulturen. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutz. (Braunschweig) 4, 183—189.
- 1953. Neue Erkenntnisse über den Zusammenbruch von Mäuseplagen und ihre Folgerungen für die bakterielle Bekämpfungsmethode. Nachrichtenblatt Deutsch. Pflanzenschutz. (Braunschweig) 5, 165—166.
- 1954. Die Kausalität der Nagetier-Zyklen im Lichte neuer populationsdynamischer Untersuchungen an deutschen Microtinen. Z. Morphol. u. Ökol. Tiere 43, 321—356.
- 1955. Die ungelöste Problematik der Bekämpfung von Mäuseplagen. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutz. (Braunschweig) 7, 5—8.
- Franz, J., 1950. Zyklische Massenvermehrungen bei Vögeln und Kleinsäugern (Sammelbericht über neueres Schrifttum). Die Vogelwarte 15, 141—155.

- Gersdorf, E., 1953. Vorläufige Mitteilung über die Annahme von Köderhölzern durch die Erdmaus (*Microtus agrestis*). Anz. f. Schädlingskunde 16, 40—41 und 109—111.
- Hercules Powder Company, 1953. Mouse Control in Yakima and Wenatchee Valley Orchards with Toxaphene. Techn. Bull. No. 21, 4/15.
- Holz, W. u. Lange, B., 1955. Fortschritte in der chemischen Schädlingsbekämpfung. 3. Aufl., 143 S., Oldenburg.
- Krump, —., 1956. Ergebnisse der Toxaphen-Bekämpfungsversuche gegen Erdmäuse. Allgem. Forstzeitschr. 11, 209—210.
- Kulicke, H., 1955. Mäuseschäden in der Forstwirtschaft. Forst u. Jagd 5, 77—80.
- Maercks, H., 1954. Über den Einfluß der Witterung auf den Massenwechsel der Feldmaus (*Microtus arvalis* Pallas) in der Wesermarsch. Nachrichtenblatt Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 6, 101—108.
- Mehl, S., 1955. Zur Differentialdiagnose des Schadbildes, zum Biotop und zur Bekämpfung der Erdmaus (*Microtus agrestis* L.). Mitteil. Biol. Bundesanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft H. 83, 105—108.
- Münchberg, P., 1953. Von der Erdmaus (*Microtus agrestis* L.), insbesondere von ihrer forstwirtschaftlichen Bedeutung und Bekämpfung. Schädlingsbekämpfung 45, 134—138.
- Schindler, U., 1953 a. Die Erdmaus (*Microtus agrestis* L.), ein gefährlicher Forstschädling. Der praktische Desinfektor 45, 174—177.
- 1953 b. Schutzanstrich gegen Mäusefraß. Allgem. Forstzeitschr. 8, 438 bis 442.
- 1954. Mäuseschäden und Mäusebekämpfung in Niedersachsen während der Erdmausmassenvermehrung 1951—1953. Forstwissenschaftl. Centralblatt 73, 240—251.
- 1955. Eine neue wirksame Methode zur Bekämpfung der Erdmaus (*Microtus agrestis* L.). Allgem. Forstzeitschr. 10, 384—387.
- 1956. Erdmausbekämpfungsversuche im Gradationsjahr 1955. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz. Im Druck.
- Shell Chemical Corporation, 1951. Compound 711. Entomological Progress Report. 32 S., New York.
- Shell Company, 1955. Safe Handling and Toxicology of Aldrin and Dieldrin. 12 S., London.
- Stein, G., 1952. Über Massenvermehrung und Massenzusammenbruch bei der Feldmaus. Zool. Jahrbuch 81, 1—26.
- Telle, H. J., 1955. Beiträge zur Anwendung cumarinhaltiger Präparate in der Nagetierbekämpfung. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst (Berlin) 9, 61—67 u. 93—99.
- Treon, J. F., Cleveland, F. P. und Cappel, J., 1955. Toxicity of Endrin for Laboratory Animals. J. Agric. Food Chem. 3, 842—848.

**Massenbefall eines Igels (*Erinaceus europaeus*)
mit *Brachylaemus helcis* (Meckel 1846)
(*Trematoda: Brachylaemidae*)**

Von Bernd Hörning und Vera Rosenfeld

Mit 8 Abbildungen

Der Igel besitzt, wie alle Insektenfresser, eine reichhaltige Endoparasitenfauna, über die sich bei Stiles & Stanley (1931) eine Übersicht findet. Bei seiner Lebensweise ist besonders mit dem Vorkommen von Plattwürmern zu rechnen, die mit den entsprechenden Zwischenwirten in großer Zahl aufgenommen werden können.

Am 15. Oktober 1955 wurde uns vom Institut für Veterinär-Pathologie der Darmtrakt eines Igels zur parasitologischen Untersuchung übergeben. Es handelte sich um ein drei bis vier Monate altes männ-



Abb. 1.

liches Tier, das am 9. Oktober 1955 in Berlin-Spandau eingefangen wurde. Es zeigte große Unruhe, der Kot war wässrig. Am 13. Oktober 1955 starb es.

Im Dünndarm, der eine stark gerötete Schleimhaut zeigte, fanden sich etwa 85 Exemplare einer Trematodenart. Nach genauer Untersuchung konnte die Art als *Brachylaemus helcis* identifiziert werden.

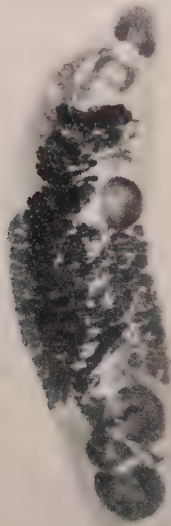


Abb. 2.

Geschichtlicher Überblick und Systematik

Meckel fand 1846 in der Niere von *Helix hortensis* ein „*Cercariaeum helcis*“, ohne etwas über die Zugehörigkeit dieser Larve zu wissen. Sie wurde in der Folgezeit in Leber und Nieren verschiedener *Helix*-Arten festgestellt: *H. arbustorum*, *H. nemoralis*, *H. strigella*, *H. pomatia*; außerdem in Arion und Succinea spp. (Diesing 1850, 1855, 1858; Moulinié 1856; Leuckart 1889; Braun 1891; Blochmann 1892; Braun 1893; Bettendorf 1897; Hofmann 1899; Ziegler 1905; Roewer 1906). v. Linstow beschrieb 1873 ein *Distomum caudatum* aus dem Darm des Igels, Olsson 1876 ein *Distomum leptostomum* aus dem Dachs, ohne von der Identität seiner Art mit der v. Linstow's Kenntnis zu haben. Braun überführte diesen Parasiten 1899 in das Genus *Harmostomum* und nannte ihn *H. leptostomum*. Witenberg stellte 1925 die Priorität Meckel's

fest und bezeichnete ihn als *Harmostomum heliciis* (Meckel 1846). Einen Überblick über die geographische Verbreitung der *Brachylaemus*-Arten des Igels und ihrer Synonyme gab Dollfus 1935. Die letzte Besprechung des *Brachylaemus heliciis* stammte von Skrjabin 1948.

Eine bestachelte Form wurde von Hofmann 1899 beschrieben; mit ihrer systematischen Einordnung befaßten sich Dollfus 1934 und Skrjabin (1948 (*Brachylaemus spinosulus* Hofmann 1899).

Auf die Biologie soll hier nicht näher eingegangen werden. Hierüber existieren Arbeiten von Blochmann 1892 und Hofmann 1899. Bisher wurde die Art von folgenden Autoren beschrieben oder gefunden (nach Witenberg 1925 und Dollfus 1935):

E. Blanchard 1847	<i>Brachylaemus erinacei</i>
Diesing 1850	<i>Distomum linguaeforme</i>
v. Hering 1872	<i>Distomum linguaeforme</i>
v. Linstow 1873	<i>Distomum caudatum</i>
Olsson 1876	<i>Distoma leptostomum</i>
Cobbold 1879	<i>Distomum caudatum</i>
Braun 1891	<i>Distomum caudatum (leptostomum)</i>
Blochmann 1892	<i>Distomum caudatum</i>
Stossich 1892 a	<i>Distomum caudatum</i>
Stossich 1892 b	<i>Distomum leptostomum</i>
Braun 1892	<i>Distomum caudatum (leptostomum)</i>
Braun 1893	<i>Distomum caudatum</i>
Monticelli 1893	<i>Distomum caudatum</i>
Looss 1894	<i>Distoma leptostomum</i>
Stossich 1896	<i>Distomum leptostomum</i>
Gamble 1896	<i>Distomum caudatum</i>
Stossich 1898	<i>Mesogonimus linguaeformis</i>
Braun 1899	<i>Harmostomum leptostomum</i>
Hofmann 1899	<i>Distomum spinosulum</i>
Looss 1899	<i>Heterolope leptostoma</i>
v. Linstow 1900	<i>Distomum caudatum</i>
Braun 1900	<i>Distomum leptostomum</i>
Braun 1901	<i>Harmostomum leptostomum</i>
Roewer 1906	<i>Distomum caudatum</i>
Joyeux 1927	<i>Harmostomum heliciis</i>
Baer 1928	<i>Harmostomum heliciis</i>
Fuhrmann 1928	<i>Harmostomum sp.</i>
Baer 1932	<i>Brachylaemus heliciis</i>
Dollfus 1934	<i>Brachylaemus erinacei</i>

Von Interesse dürfte noch die geographische Verbreitung des *Brachylaemus heliciis* sein. Schon bei Witenberg 1925 findet sich der Hinweis, daß der Parasit bis zu diesem Zeitpunkt in Rußland



Abb. 3.



Abb. 4.

trotz sorgfältigster Sektionen nicht gefunden werden konnte. Auch die Beschreibung der Familie Brachylaemidae von Skrjabin 1948 enthält keine russischen Fundorte des *B. heliis*, wie er auch in den seit dieser Zeit erschienenen größeren faunistisch-geographischen Arbeiten über Trematodenfunde in der Sowjetunion nicht erwähnt wird. Da die Helminthenfauna Rußlands weitgehend mit der Mittel- und des kontinentalen Westeuropas übereinstimmt, ist in diesem Falle ein Fehlen der Zwischenwirte oder ein anderer Faktor, der die Entwicklung des Wurmes beeinflußt, in Osteuropa anzunehmen.

Beschreibung der gefundenen Exemplare

Die von uns untersuchten Exemplare variierten sehr stark in der Größe (1,9 bis 4,2 mm lang und 0,56 bis 1,1 mm breit). Bei genauer Untersuchung stellte es sich jedoch heraus, daß die Lage der einzelnen Organe zueinander trotz der Größenunterschiede im wesentlichen übereinstimmt. Aus diesem Grunde beschränken wir uns hiermit auf die Angabe der Maße des in unserer Zeichnung gebrachten Exemplars.

Als besonderes Charakteristikum der *Brachylaemus*-Arten sind die stark ins Auge fallenden breiten Darmschenkel anzusehen, welche bei unserem Exemplar eine Breite von 0,085 mm haben. Sie gabeln sich unmittelbar hinter dem Pharynx und verlaufen bis zum Ende des



Abb. 5.



Abb. 6.

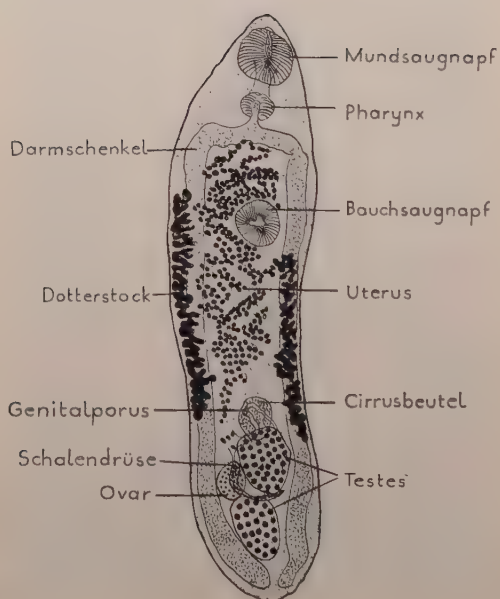


Abb. 7.

Körpers. Der Körper ist zylindrisch und hat im ausgestreckten Zustand eine Länge von 2,5 mm und eine Breite von 0,57 mm. Der Bauchsaugnapf ist etwas kleiner als der Mundsaugnapf; ersterer mißt $0,17 \times 0,18$ mm und letzterer $0,2 \times 0,19$ mm. Der Durchmesser des Pharynx beträgt $0,1 \times 0,13$ mm. Die Testes liegen hintereinander im letzten Drittel des Körpers und füllen dort den Platz zwischen den Darmschenkeln fast völlig aus; ihre Maße betragen $0,21 \times 0,24$ mm. Das Ovarium befindet sich seitlich zwischen den beiden Testes; es ist $0,11 \times 0,13$ mm groß. Der Cirrusbeutel und der Genitalporus liegen an der Grenze des zweiten und dritten Körperdrittels. Die Dotterstöcke befinden sich an den Seiten des Körpers etwa in Höhe des mittleren

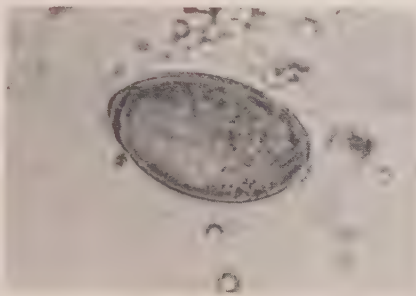


Abb. 8.

Drittels. Der Uterus füllt den Raum zwischen der Gabelung der Darmschenkel und den Testes aus. Die Schalendrüse liegt in der Höhe des Ovars und verläuft bogenförmig zum unteren Rand des vorderen Hodens.

Die Eier sind dickschalig und messen $0,03$ bis $0,035 \times 0,02$ bis $0,021$ mm (Abb. 8).

Die Verschiedenartigkeit der Form der von uns gefundenen Exemplare des *Brachylaemus heliciis* veranlaßt uns, hier einige von der typischen Form abweichende Parasiten zu zeigen (Abb. 1—6). Die Abbildung 7 stellt eine halbschematische Zeichnung des in Abbildung 1 abgebildeten Parasiten dar.

Literatur

- Baer, J. G., Contribution à la faune helminthologique de Suisse. Rev. suisse zool. 35, 27—41 (1928).
 — Contribution à la faune helminthologique de Suisse. (Deuxième partie). Rev. suisse zool. 39, 1—57 (1932).
 Bettendorf, H., Über Musculatur und Sinneszellen der Trematoden. Zool. Jahrb., Anat. 10, 307—358 (1897).
 Blanchard, E., Recherches sur l'organisation des vers. Ann. sci. nat., zool., 3e sér., 8, 271—341 (1847).

- Blochmann, F., Über die Entwicklung von *Cercariaeum* aus *Helix hortensis* zum geschlechtsreifen Distomum. Cbl. Bakt. 12, 649—652 (1892).
- Braun, M., Verzeichnis von Eingeweidewürmern aus Mecklenburg. Arch. Ver. Freunde Naturg. Mecklenburg 45, 2. Abth., 97—117 (1891).
- Vermes. in Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs 4, Abth. 1a, 561—816 (1892).
- Vermes. *ibid.* 817—925 (1893).
- Über Clinostomum Leidy. Zool. Anz. 22, 484—493 (1899).
- Die Arten der Gattung Clinostomum Leidy. Zool. Jahrb., Syst. 14, 1—48 (1900).
- Zur Kenntnis der Trematoden der Säugethiere. Zool. Jahrb., Syst. 14, 311—348 (1901).
- Cobbold, T. S., Parasites. A treatise on the entozoa of man and animals, including some account of the ectozoa. London, 508 S., (1879).
- Diesing, C. M., Systema helminthum. Vindobonae. XIII 680 S., (1850).
- Revision der Cercarieen. Sitzber. Kais. Akad. Wiss. Wien, Math.-nat. Cl. 15, 377—400 (1855).
- Revision der Myzhelminthen, Abtheilung: Trematoden. Sitzber. Kais. Akad. Wiss. Wien, Math.-nat. Cl. 32, 307—390 (1858).
- Dollfuß, R. Ph., Sur quelques Brachylaemus de la faune française récoltés principalement à Richelieu (Indre-et-Loire). Ann. paras. 12, 551—575 (1934) und 13, 52—79 (1935).
- Fuhrmann, O., Zweite Klasse des Cladus Plathelminthes: Trematoda; in Kükenthal & Krumbach, Handbuch der Zoologie, 2, Teil 2, 1—128 (1928).
- Gamble, F. W., Platyhelminthes and Mesozoa. Cambridge Nat. Hist. 2, 1—96 (1896).
- v. Hering, E. A., Übersicht der Eingeweidewürmer und Hautparasiten. Jahress. Ver. Vaterl. Naturk. Württemberg 28, 129—165 (1872).
- Hofmann, K., Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung von *Distomum leptostomum* Olsson. Zool. Jahrb., Syst. 12, 174—204 (1899).
- Joyeux, Ch., Recherches sur le cycle évolutif d'*Hymenolepis erinacei* (Gmelin, 1780). Ann. paras. 5, 20—26 (1927).
- Leuckart, R., Die Parasiten des Menschen und die von ihnen herrührenden Krankheiten. 2. Aufl. 1, II. Abth. Leipzig, S. 85—86 und Fig. (1889).
- v. Linstow, O., Einige neue Distomen und Bemerkungen über die weiblichen Sexualorgane der Trematoden. Arch. Naturgesch. 39, Bd. 1, 95—108 (1873).
- Eine Prioritätsfrage. Zool. Anz. 23, 85 (1900).
- Looss, A., Die Distomen unserer Fische und Frösche. Neue Untersuchungen über Bau und Entwicklung des Distomenkörpers. Bibl. zool., Stuttgart, Heft 16, 296 S., (1894).
- Weitere Beiträge zur Kenntnis der Trematoden-Fauna Ägyptens, zugleich Versuch einer natürlichen Gliederung des Genus *Distomum* Retzius. Zool. Jahrb., Syst. 12, 521—784 (1899).
- Meckel, H., Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere. Arch. Anat., Physiol., wiss. Med., 1—73 (1846).
- Monticelli, F., Studii sui trematodi endoparassiti: Primo contributo di osservazioni sui distomidi. Zool. Jahrb., Suppl.-Heft No. 3, 229 S., (1893).
- Moulinier, J. J., De la reproduction chez les trématodes endo-parasites. Mém. Inst. Nat. Genevois 3, 7—278 (1856).

- Olsson, P., Bidrag till Skandinaviens helminthfauna. Kgl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl., Stockholm, n. F. 14, Art. 1, 35 S., 1875 (1876).
- Roewer, C. F., Beiträge zur Histogenese von *Cercariaeum helici*s. Jenaische Zschr. Naturwiss. 41, 185—228 (1906).
- Skrjabin, K. I., Semejstvo Brachylaemidae Stiles et Hassall, 1898 in Skrjabin, K. I.: Trematody životnych i čeloveka. Osnovy trematodologii. Moskva-Leningrad, 2, 167—306 u. 591—597 (1948).
- Stiles, C. W. & Stanley, S. F., Key-catalogue of parasites reported for Insectivora (moles, shrews, etc.) with their possible public health importance. Nat. Inst. Health Bull. No. 159, 791—911 (1931).
- Stossich, M., I distomi dei mammiferi. Program. Civ. Scuola Reale Super., Trieste, 42 S., (1892 a).
- I distomi degli uccelli. Lavoro monografico. Boll. Soc. Adriat. Sci. Nat. Trieste 13, 143—196 (1892 b).
- Ricerche elmintologiche. Boll. Soc. Adriat. Sci. Nat. Trieste 17, 121—136 (1896).
- Saggio di una fauna elmintologica di Trieste e provincie contermini. Program. Civ. Scuola Reale Super., Trieste, 162 S., (1898).
- Witenberg, G., Versuch einer Monographie der Trematoden-Unterfamilie Harmostominae Braun. Zool. Jahrb., Syst. 51, 167—254 (1925).
- Ziegler, H. E., Das Ectoderm der Plathelminthen. Verhandl. Dtsch. Zool. Ges. 15, (Breslau), 35—41 (1905).

Anschrift der Verfasser: Dr. Bernd Hörning und Vera Rosenfeld, Berlin-Dahlem, Bitterstr. 14—16

Morphologie und Biologie der gelben Apfelspinnmilbe *Eotetranychus pomi* n. sp. (Acar., Tetranychidae)

Von Hossein Sepasgolian, Ing. Agr., Teheran

(Mit 22 Abbildungen)

Einleitung

Seit einigen Jahren tritt in Stuttgart-Hohenheim an Apfelbäumen eine gelbe Spinnmilbe aus der Familie *Tetranychidae* schädlich auf. Sie wird vor allen Dingen in ungepflügten Obstanlagen angetroffen. Nach Untersuchungen der weiblichen Imagines hielt Dosse (1953) die Art für die Lindenspinnmilbe *Eotetranychus telarius* L., die von Linde auf Apfel übergewandert sein könnte. Die später aufgefundenen Männchen ließen erkennen, daß wir es bei der gelben Apfelspinnmilbe nicht mit *Eotetranychus telarius* zu tun haben, sondern mit einer unbekannten *Eotetranychus*-Art.

Das schädliche Auftreten der gelben Apfelspinnmilbe war der Anlaß zur Durchführung dieser Arbeit mit dem Ziel, die erforderlichen morphologischen Einzelheiten in Erfahrung zu bringen und die Art systematisch einzugliedern. Weiterhin sollte ihre Biologie und Ökologie geklärt werden, da bisher von keiner *Eotetranychus*-Art umfassende biologische Daten vorhanden sind¹.

I. Morphologie

1. Arbeitsmethode

Zur morphologischen Untersuchung der gelben Apfelspinnmilbe war es notwendig, die Tiere zu entfetten, zu entfärben und aufzuhellen. Dazu wurden die lebenden Milben in einem Gemisch von Tetrachlorkohlenstoff und Alkohol (94 %ig), Verhältnis 1 : 1, fixiert. Nach etwa drei Tagen wurden sie mit Alkohol (50 %ig) ausgewaschen, um das Entfettungsgemisch zu entfernen, dann in Wasser überführt und danach in Milchsäure im Wasserbad eine Viertelstunde gekocht. Der Milchsäure wurde Direkttiefschwarz beigelegt, und zwar

¹ An dieser Stelle sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Doz. Dr. G. Dosse meinen besten Dank auszusprechen für die Anregung zu diesem Thema und für die stete Hilfsbereitschaft, die er meiner Arbeit zuteil werden ließ. Ebenso danke ich dem Direktor des Instituts für Pflanzenschutz, Herrn Prof. Dr. B. Rademacher, für die Überlassung eines Arbeitsplatzes und sein weitgehendes Entgegenkommen.

20 Tropfen in 15 ccm Milchsäure. Dann waren die Milben genügend aufgeheilt und gefärbt.

Nach dieser Behandlung konnten die einzelnen Organe (Pedipalpen, Tarsen, Penis etc.) präpariert werden. Anschließend wurden die Tiere und einzeln präparierte Organe in Faure'sche Lösung eingelegt. Wenn sie erst später untersucht werden sollten, wurden sie in Alkohol (80 %ig) fixiert und aufbewahrt.

Zur Messung der Körpergröße wurden die Milben lebend in Faure'sche Lösung gelegt und, nachdem diese etwas eingedickt war, mit einem Deckglas bedeckt und sofort gemessen. Bei dieser Art des Einbettens behielten die Tiere ihre ursprüngliche Form bei. Es wurde die Länge von der Spitze der Pedipalpen bis zum Hinterleibsende, die Breite zwischen dem zweiten und dritten Beinpaar gemessen.

Der mittlere Fehler wurde nach folgender Formel berechnet.

$$\left[m = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n(n-1)}} \right]$$

2. Weibchen

Die in Hohenheim auf Apfel gefundene gelbe Spinnmilbe gehört zweifellos der Gattung *Eotetranychus* an, da sie deren Merkmale besitzt. Diese Gattung wurde von Oudemans 1932 aufgestellt.

Ihre Angehörigen sind durch sieben Querreihen von Haaren gekennzeichnet; die Runzeln auf dem Hysterosoma verlaufen quer; die Empodialkralle ist vier- bis sechsgespalten; der Penis einfach, schlank und in eine lange Spitze ausgezogen.

Diese Beschreibung wurde von McGregor (1950), Pritchard und Baker (1952) ergänzt, und als wesentliches Unterscheidungsmerkmal von der Gattung *Tetranychus* wurden die nahe beieinanderstehenden Doppelhaare auf Tarsus I hervorgehoben.

Die weibliche Imago der gelben Apfelspinnmilbe ist von länglich-ovaler Form und seitlich leicht eingebuchtet.

Die Haut weist feine Runzeln auf und ist mit Ausnahme der Extremitäten relativ weich. Bei dieser Art ist eine Grenze zwischen Proterosoma und Hysterosoma nicht deutlich sichtbar. Dies trifft vor allen Dingen für die Sommerform zu, während man bei der Winterform dorsal bei 80facher Vergrößerung vier Hautfalten unterscheiden kann. Wahrscheinlich sind die Tiere im Laufe des Sommers durch die Nahrungsaufnahme etwas geschwollen, so daß die Falten nicht sichtbar sind. Die erste dieser Falten stellt die Grenze zwischen Proterosoma und Hysterosoma dar. Die nächste trennt die dritte von der vierten Haarquerreihe, verläuft aber noch vor dem dritten Beinpaar. Die dritte Falte ist zwischen der vierten und fünften Haarquerreihe sichtbar und endet vor dem vierten Beinpaar, während schließlich die vierte Falte zwischen der fünften und sechsten Haarquerreihe verläuft.

Der Rücken trägt insgesamt sieben Reihen von Haaren. Nur bei den Setae verticales und clunales sind je ein Paar Haare vorhanden,

während die anderen Reihen je zwei Paare aufweisen, so daß bei Aufsicht 24 Rückenhaare zu sehen sind (Abb. 1).

Die einzelnen Haare sind einfach und jeweils für sich wieder fein behaart und ihrerseits mit einem Basalring eingelenkt.

Ventral sind auf den Coxen I und II je ein Paar Haare, auf der Coxa IV je ein einzelnes Haar inseriert. Je ein weiteres befindet sich auf der Grenze zwischen den Coxen III und IV. In der Mitte zwischen den Coxen II, III und IV steht je ein Paar, weitere sechs

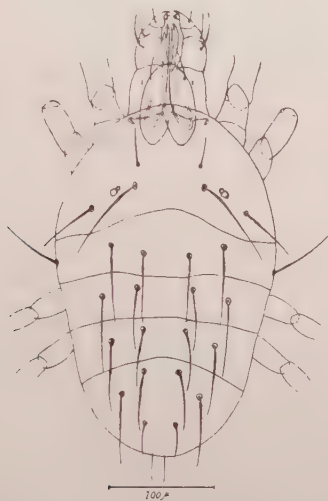


Abb. 1. Weibchen der gelben Apfelspinnmilbe (Dorsal)

Paare liegen zwischen Coxa IV und dem Hinterleibsende. Ein Paar davon steht hinter Coxa IV, zwei weitere zwischen dieser und der Analplatte, zwei Paare flankieren die Geschlechtsöffnung und ein weiteres Paar ist von der Geschlechtsöffnung aus nach dem Rand des Körpers verlagert.

Die Gesamtzahl der Haare beträgt also bei dorsaler Ansicht 24, bei ventraler Betrachtung 30, einschließlich der 12 Haare, die auf den Coxen sitzen (Abb. 2). Dazu kommen noch je ein Haar auf jeder Körperseite zwischen Setae humerales und Setae dorsales, die so weit nach außen gerückt sind, daß sie auf der Grenze zwischen Rücken- und Bauchseite liegen. Zwei weitere Postanalhaare können ebenso nicht zu den Rückenhaaren gezählt werden. Sie sind auch kürzer und dünner als diese, so daß sie leicht anzusprechen sind.

Die Tarsen zeigen eine charakteristische Behaarung. Der Tarsus I trägt beim Weibchen 19 Haare. Von diesen sind 13 normale Borsten und 6 als Sinneshaare zu bezeichnen.

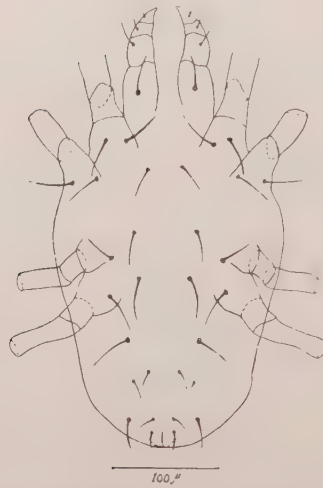


Abb. 2. Weibchen der gelben Apfelspinnmilbe (Ventral)

Die Sinneshaare unterscheiden sich von den normalen Borsten dadurch, daß sie nicht kugelig in einem Basalring eingelenkt sind. Sie sind, abgesehen von den Doppelhaaren, kürzer als die normalen Borsten und vorn abgerundet. Auf dem Tarsus I und II kann man zwei Formen von Sinneshaaren unterscheiden.

Am distalen Ende sieht man beim Männchen und Weibchen drei kleine fingerförmige Sinneshaare, die mit Haarmark ausgefüllt sind.

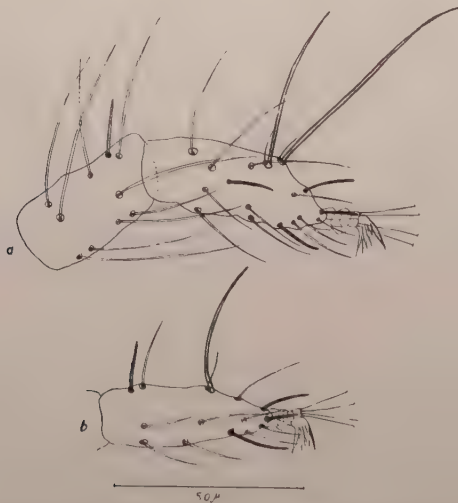


Abb. 3. a) Tarsus und Tibia I (Weibchen, b) Tarsus II (Weibchen)

Die anderen Sinneshaare sind quergestreift, die Streifen umfassen jedoch nicht das ganze Haar.

Die Tibia I besitzt 10 Haare, eins davon ist ein Sinneshaar, während die anderen als normale Borsten ausgebildet sind. Tarsus II besitzt 16 Haare, davon sind 11 normale Borsten und 5 Sinneshaare. Während Tarsus I zwei Paar Doppelhaare trägt, weist Tarsus II nur ein Paar auf, in beiden Fällen werden die längsten Haare als Sinneshaare angesehen (Abb. 3). Tibia II trägt kein Sinneshaar; auf den Tarsen III und IV sind, abgesehen von den drei fingerförmigen an der Tarsenspitze, noch je ein Sinneshaar zu sehen.

Am Tarsenende befindet sich das Ambulacrum. Es besteht aus einem Paar reduzierter Klauen, die je zwei geknöpfte Hafthaare tragen, und einem Empodium.

Das Empodium hat die Gestalt einer Krallen. Diese Empodialkrallen ist an sämtlichen Tarsen des Weibchens in sechs schlanke Zähnchen

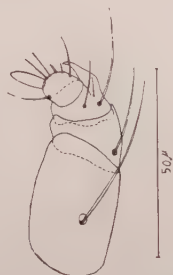


Abb. 4. ♀♀ Pedipalpus

aufgespalten, von denen das erste etwas verdickt ist. Der gesamte Ambulacralapparat ist durch eine Hautfalte mit dem Tarsus verbunden.

Die Zahl der Glieder der Pedipalpen ist auf fünf reduziert, und zwar sind Coxa, Trochanter, Femur, Tibia und Tarsus erhalten geblieben. Der Tarsus trägt sieben Anhangsgebilde, fünf davon sind haarähnlich. Zwei von diesen ragen durch größere Länge hervor und sind als Sinneshaare ausgebildet. Die restlichen zwei sind zu Sinneskölbchen modifiziert. Das größere ist 2,6 mal so lang wie breit und hat die Gestalt eines Kölbchens. Das zweite dieser Sinnesorgane, Spindelchen, ist bedeutend kleiner, schlanker und vorn etwas zugespitzt. Die Tibia trägt drei Haare und ist in eine halbmondförmige Krallen ausgezogen, die den Tarsus etwa zu zwei Fünftel umfaßt. Der Femur besitzt nur ein Haar und ist auf der Außenseite zu einer kleinen Spitze verlängert. Der Trochanter trägt ein starkes Haar (Abb. 4). Bei ventraler Betrachtung ist auf dem Rostrum ein Haarpaar

sichtbar, das nach vorne ragt. Auf jeder Palpcoxa erkennt man dorsal ein winziges Kölbchen (Abb. 1).

Im Gnathosoma sind neben den Mundwerkzeugen ein Paar röhrenförmige Organe sichtbar, die Peritremata. Sie liegen in der Rückenhaut und verlaufen vom Vestibulum schräg nach vorn. Sie sind im ersten und zweiten Drittel nach außen mehr oder weniger stark geknickt und enden in drei deutlich erkennbaren Kammern. Die Kammern sind untereinander verschieden groß und das Endstück nach hinten umgebogen.

Die Form, Stärke der Knicke und Größe der Kammern variieren bei den einzelnen Individuen. Die meisten Tiere besitzen drei Kam-

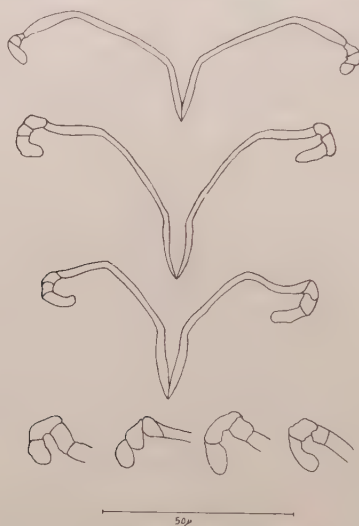


Abb. 5. ♀♀ Peritrema

mern, es konnten aber auch ganz vereinzelt welche mit zwei und vier gefunden werden. In ihrem Endteil sind die Peritremata niemals gegabelt (Abb. 5).

Zwischen den Setae scapulares internae und den Setae scapulares externae liegen die karminroten Doppelaugen. Die vordere Cornea ist sehr gut ausgebildet und deutlich sichtbar, während bei den hinteren Augen keine vorhanden ist.

Die Größe der Milben ist sowohl bei den Männchen als auch bei den Weibchen nicht einheitlich. Die Schwankungen sind jedoch bei den Weibchen größer als bei den Männchen.

Für die Weibchen ergab sich aus 100 Messungen ein Durchschnittswert von: Länge $0,384 \text{ mm} \pm 0,007$, Breite $0,201 \text{ mm} \pm 0,004$. Das kleinste Exemplar maß $0,346 \text{ mm} \times 0,180 \text{ mm}$, das größte

0,443 mm \times 0,228 mm. Die oben angegebenen Werte haben eine statistische Sicherheit von 95 %.

Verschiedene Autoren, v. Hanstein (1901), Zacher (1916), Pritchard und Baker (1952) haben die Farbe als Bestimmungsmerkmal für die einzelnen Tetranychidenarten angegeben. Deshalb soll an dieser Stelle darauf eingegangen werden.

Die Farbe der überwinternden Weibchen ist orange-gelb. Nach dem Erscheinen im Frühjahr weicht diese Farbe nach der ersten Nahrungsaufnahme einem grünlichen Farbton. An den Seiten sind dunkle Flecken sichtbar, die von Nahrungseinschlüssen herrühren. Bei intensivem Saugen wird der ganze Körper dunkelgrün. Gegen den Herbst wird dieses Grün heller und verwandelt sich in grüngelb, um schließlich in die Winterfarbe überzugehen.

3. Männchen

Das Männchen kann vom Weibchen deutlich unterschieden werden. Es ist bedeutend kleiner und schmaler. Aus 100 Messungen wurde ein Durchschnittswert von $0,288 \text{ mm} \pm 0,011 \times 0,141 \text{ mm} \pm 0,004$ errechnet. Diese Zahlen haben eine statistische Sicherheit von 95 %. Die Gestalt ist länglich-oval mit spitz zulaufendem Hinterleib. Die größte Breite liegt hinter dem zweiten Beinpaar. Die Farbe ist etwas heller als beim Weibchen.

Das Männchen läßt ventral eine Hautfalte erkennen, die hinter dem vierten Beinpaar verläuft und stärker gerunzelt ist als der übrige Körper. Diese Falte ermöglicht das für die Kopulation notwendige Emporrichten des Hinterleibsendes (Abb. 6).

Die Zahl und Anordnung der Haare auf der Dorsalseite gleicht der des Weibchens (Abb. 7). Auch auf der Ventralseite ist die Zahl gleich. Aber die Haare hinter Coxa IV sind näher an das Hinterleibsende

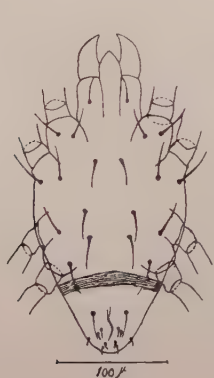


Abb. 6. ♂♂ ventral

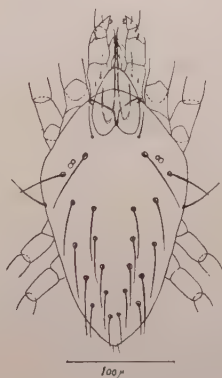


Abb. 7. ♂♂ dorsal

herangerückt. Ein Paar großer Haare steht vor der Analplatte, zwei Paare neben dieser und zwei Paare darauf. Ein Paar steht am Seitenrand der Hinterleibsspitze (Abb. 6).

Der Tarsus I des Männchens trägt 20 Haare. Davon sind 12 normale Borsten und 8 Sinneshaare. Tibia I trägt 11 Haare, nämlich 2 Sinneshaare und 9 normale Borsten. Der Tarsus II besitzt 16 Haare, 11 davon

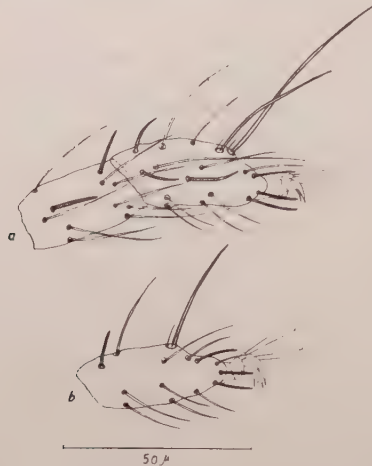


Abb. 8. a) ♂♂ Tarsus und Tibia I, b) ♂♂ Tarsus II

sind normale Borsten und 5 Sinneshaare. Die Zahl und Anordnung der Doppelhaare ist bei den Männchen die gleiche wie bei den Weibchen (Abb. 8).

Die Anhänge der Tarsen I und II der Männchen unterscheiden sich von den Tarsalanhängen III und IV. Letztere sind gebildet wie die der Weibchen.

Das Empodium von Tarsus I ist kleiner als die übrigen. Es trägt nur zwei Zähne, von denen jeder etwa doppelt so dick ist wie ein Zahn des Empodiums der Tarsen II, III und IV. Das Empodium des Tarsus II ist viergespalten.

Die Anhangsgebilde der männlichen Pedipalpen sind nicht in allen Punkten ebenso gestaltet wie die der weiblichen. Auf der Coxa befindet sich wie beim Weibchen auf der Dorsalseite ein winziges Kölbchen, auf dem Rostrum ein Haarpaar. Der Trochanter des Männchens dagegen trägt anstatt einer Borste ein Kölbchen. Femur und Tibia gleichen denen des Weibchens. Das größere der beiden Sinnesorgane auf dem Tarsus des Männchens ist schlanker, während die absolute Größe gleich bleibt, so daß sich hier die Länge zur Breite wie etwa 3,9 : 1 verhält (Abb. 9).

Die Peritremae sind in ihrer Form denen des Weibchens gleich, sie variieren ebenso, nur sind sie relativ kleiner.

Bei der vorliegenden Form ist der Penis einfach gebaut, schlank, stärker oder schwächer gebogen. In der Mitte zeigt sich eine deutliche Welle. Die Schwankungen von Form und Größe bei den einzelnen Individuen sind unwesentlich (Abb. 10).

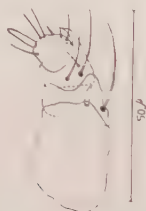


Abb. 9. ♂♂ Pedipalpus

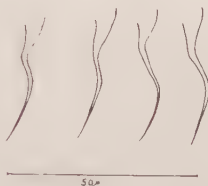


Abb. 10. Penis

4. Morphologie der einzelnen Entwicklungsstadien

Das Ei ist kugelig, an seiner Auflagefläche leicht abgeplattet. Messungen von 100 Eiern ergaben an der breitesten Stelle einen Durchschnittswert von $0,113 \text{ mm} \pm 0,004$ mit einer statistischen Sicherheit von 99 %.

Die Eihaut ist glatt und läßt keine Struktur erkennen; sie ist nach oben in einen Faden unterschiedlicher Länge ausgezogen, der entsteht, wenn das Weibchen nach der Ablage des Eies sein Hinterleibsende emporhebt. Kurz vor dem Schlüpfen der Larven schrumpft der Eiinhalt etwas, was sich durch Ausbildung von feinen Runzeln bemerkbar macht. Unmittelbar nach der Ablage des Eies ist die Farbe glasklar und wird dann milchig trüb. Wenn die Entwicklung der Larve weiter fortgeschritten ist, scheint die gelbe Farbe derselben nach außen durch. Zu diesem Zeitpunkt sind die Augen als zwei rote Punkte erkennbar. Die frischgeschlüpfte Larve ist zunächst rund, entsprechend der Form des Eies, und hat in diesem Zustand eine Größe von $0,135 \times 0,106 \text{ mm}$. Nach der Nahrungsaufnahme streckt sie sich und erreicht unmittelbar vor dem Übergang zum ersten Ruhestadium eine durchschnittliche Größe von $0,182 \times 0,122 \text{ mm}$. Die Larve unterscheidet sich vom fertigen Weibchen morphologisch nur durch geringere Größe und durch das Fehlen des vierten Beinpaars und der Geschlechtsorgane.

Die Protonymphe gleicht morphologisch dem Weibchen. Ihre durchschnittliche Größe beträgt $0,229 \times 0,129 \text{ mm}$. Die Farbe der Protonymphe ist gelb-grün bis grün. Eine Unterscheidung der beiden Geschlechter ist noch nicht möglich. Im Deutonymphenstadium kann man bereits Männchen und Weibchen unterscheiden. Hier zeigen sich zum

ersten Male die Geschlechtsorgane ausgebildet. Die durchschnittliche Größe der männlichen Deutonymphe beträgt $0,233 \times 0,137$ mm, die der weiblichen $0,313 \times 0,175$ mm.

II. Systematische Zugehörigkeit

Zacher stellte 1932 und 1949 verschiedene Arten der Gattung *Eotetranychus* aus der Literatur wie folgt zusammen:

1. *Eotetranychus telarius* L., Deutschland, auf Linde, Roßkastanie, Ahorn (besonders *Acer negundo*).
2. *E. pruni* Oudms., Holland, auf *Prunus domestica*.
3. *E. carpini* Oudms., Deutschland, England, Finnland, auf Eiche, Haselnuß, Weißbuche, Weide.
4. *E. fagi* Zacher, Deutschland und Österreich, auf *Fagus silvatica*.
5. *E. willamettei* McGregor, Oregon, auf *Quercus lobata*.

Pritchard und Baker geben 1952 außerdem für Amerika *Eotetranychus carpini borealis* (Ewing) Pritchard und Baker und *Eotetranychus uncatus* Garman an.

1955 zählen sie insgesamt 37 *Eotetranychus*-Arten auf, die sie in Gruppen zusammenfassen.

In Deutschland, Holland und Österreich kommen von den oben genannten Arten der Gattung *Eotetranychus* vier vor, nämlich:

Eotetranychus telarius L., *E. carpini* Oudms., *E. pruni* Oudms. und *E. fagi* Zacher.

Um die Einordnung der neu gefundenen Milben zu ermöglichen, soll sie ganz kurz mit den bekannten Arten verglichen werden.

Eotetranychus telarius L.

Diese Art wurde in der älteren Literatur unter den verschiedensten Namen beschrieben und oft mit *Tetranychus urticae* Koch (*althaeae* v. Hanst.) verwechselt. Erst die Aufstellung der Gattung *Eotetranychus* durch Oudemans 1931 räumte ihr die richtige Stellung ein. Bis zur heutigen Zeit bezeichnen alle Autoren die auf Linde lebende Spinnmilbenart als *E. telarius*. Neuestens geben Pritchard und Baker (1955) ihr wieder den Namen *Eotetranychus tiliarium* (Hermann). Es herrscht Einstimmigkeit darüber, daß neben den verschiedensten *Tilia*-Arten noch *Acer*, *Platanus* und *Aesculus* besiedelt werden, während man sie auf niederen Pflanzen und in Gewächshäusern niemals antrifft (v. Hanstein [1901], Zacher [1920 und 1921], Geijskes [1939] und Günthart [1945]).

Aus jüngster Zeit liegen für die Lindenspinnmilbe Beschreibungen von Oudemans (1915), Zacher (1913, 1916 und 1921) und Geijskes (1939) vor, wobei der letztere zum ersten Male eine vollständige Darstellung der Art gibt. Hier seien die wesentlichsten Punkte daraus wiedergegeben:

Weibchen: Länglich ovale Form, mit beinahe parallelen Seiten. Karminrote Doppelaugen, hellgelb bis orangerot, Peritrema vierkammerig, Endkammer geschwollen, Endkölbchen länger als breit und stumpf, Tarsus I mit zwei und Tarsus II mit einem Sinneshaar, sämtliche Empodien in sechs feine Nadeln gespalten.

Männchen: Im ganzen kleiner als das Weibchen. Penis in eine sehr lange, dünne, mäßig gebogene Spitze ausgezogen. Palpfemur mit starkem Dorn am distalen Rand.

Eotetranychus telarius, die in Hohenheim in reichlichem Maße auf der Linde gefunden wurde, stimmt in ihrer Morphologie in den meisten Punkten mit der von Geijskes beschriebenen überein. Aber es konnten neben vierkammerigen Peritremata auch dreikammerige festgestellt werden. Im Gegensatz zu der Beschreibung von Geijskes (1939) finden wir auf dem Tarsus I des Weibchens sechs Sinneshaare und auf dem Tarsus II fünf. Ergänzend seien die entsprechenden Daten für die Männchen, die Geijskes nicht erwähnt, angegeben: Tarsus I acht, Tarsus II fünf und Tibia I drei Sinneshaare.

Entgegen den Beschreibungen von Oudemans (1915) und Zacher (1916) hat *E. telarius* zwei Doppelaugen, die Geijskes (1939) bereits erwähnt. Die vordere Cornea ist gut sichtbar, die hintere dagegen kaum angedeutet.

Oudemans (1915) schreibt *E. telarius* sechs Pedipalpusglieder zu, während Geijskes (1939) erklärt, es wären nur fünf vorhanden, das Genu fehlt. Oudemans hat offensichtlich das Rostrum als Palpcoxa angesehen und als solche beschrieben. Demnach müßte die von Oudemans angegebene Walze nicht auf dem Palpfemur, sondern auf dem Trochanter sitzen. Nach der Beschreibung von Geijskes (1939) und nach eigenen Beobachtungen besitzen weder Femur noch Trochanter eine Walze, sondern die Palpcoxae.

Geijskes gibt die Länge der Weibchen mit 0,40 mm und die Breite mit 0,20 mm an. Eigene Messungen ergaben für die Länge 0,443 mm \pm 0,005 und für die Breite 0,235 mm \pm 0,002.

Das Männchen ist kleiner und schmaler. Nach Geijskes (1939) sind seine Maße 0,316 mm zu 0,142 mm. Nach eigenen Messungen beträgt die Länge 0,321 \pm 0,004 und die Breite 0,155 mm \pm 0,004.

Der Penis ist einfach, lang und dünn, ganz leicht geschweift, in eine Spitze ausgezogen und zeigt weder Bart noch andere Anhänge.

Die neue, auf Apfel gefundene Spinnmilbe weist gegenüber *E. telarius* mehrere morphologische Unterschiede auf. Wie aus den Messungen hervorgeht, ist sie etwas kleiner und schmaler als die Lindenspinnmilbe. Die Zahl der ventralen und dorsalen Borsten ist gleich, aber diese sind im ganzen dünner. Bei beiden Arten ist das Peritrema gekammert und nicht gegabelt. Während bei *E. telarius* überwiegend

vier Kammern vorhanden sind, besaßen fast alle untersuchten Exemplare der gelben Apfelspinnmilbe drei Kammern.

Die oben geschilderten Unterscheidungsmerkmale sind geringfügiger Natur, es sind die einzigen, die beim Vergleich der weiblichen Tiere der beiden Arten feststellbar sind. Daher lag die Vermutung nahe, daß die Lindenspinnmilbe auf Apfelbäume übergewandert sein könnte.

Bedeutungsvoller sind die morphologischen Unterschiede der Männchen. Während bei *E. telarius* alle Empodialkrallen sechsgespalten sind, ist beim Männchen der gelben Apfelspinnmilbe die Empodialkralle I zweigespalten und die Empodialkralle II viergespalten. Der Penis von *E. telarius* ist lang und ganz leicht geschweift, im Gegensatz dazu ist er bei der gelben Apfelspinnmilbe stark S-förmig gebogen. Außerdem fehlt auf Tibia I der männlichen Apfelspinnmilbe das dritte Sinneshaar. *E. telarius* ist hier nur auf Lindenarten beobachtet worden, die neue Form dagegen wurde bisher nur auf Apfel gefunden.

Eotetranychus pruni Oudms

Im Jahre 1931 beschrieb Oudemans (1939) eine neue Milbe unter dem Namen *E. pruni*. Diese Beschreibung wurde nach dem Präparat eines Weibchens vom Jahre 1884 vorgenommen. Er gibt folgende charakteristische Artunterscheidungsmerkmale für diese Milbe:

Die Körperform ist oval ohne Einbuchtung. Länge 0,3 mm. Sieben Querreihen von Haaren, jedes für sich fein behaart. Augen doppelt. Peritremae gekammert, wobei die Zahl nach Oudemans nicht festzustellen ist. Endkammer nicht geschwollen, gekrümmt. Endkölbchen des Palptarsus beinahe so lang wie der Tarsus selbst. Empodium sechsgespalten.

Diese von Oudemans angegebenen Unterscheidungsmerkmale sind nicht artspezifisch. Seine Beschreibung kann nur als eine diagnostische Darstellung der Gattung *Eotetranychus* angesehen werden.

Das aus Holland beschaffte Präparat, das Oudemans als Typus hinterlegt hatte, war so alt und aufgehellte, daß eine Identifizierung nicht mehr möglich war, so daß z. Z. unentschieden bleibt, ob es sich bei *E. pruni* Oudms. wirklich um eine neue Art handelt.

Eotetranychus carpini Oudemans

Tetranychus carpini ist zum ersten Male im Jahre 1905 von Oudemans nach einem Männchen beschrieben worden:

„*Tetranychus carpini* nov. sp. ist nahe verwandt mit *Tetranychus telarius* L. Unterscheidet sich davon durch zwei gut entwickelte Augen an jeder Seite und einem langen wiederholt gebogenen Penis. Die Milbe wurde von mir auf *Carpinus betulus* in Beuel bei Bonn gefunden.“

1910 gab er eine Abbildung des Männchens. 1915 erfolgte von ihm eine vollständige Beschreibung von *E. carpini*, und zwar nicht nach der von ihm auf *Carpinus betulus* bei Bonn gefundenen Milbe, sondern nach Material, das er von Dr. Spoof aus Åbo (Finnland) erhalten hatte. Diese Milbe stammte von *Salix caprea*, und Oudemans hielt beide für identisch. Nach Mitteilung des Leidener Museums ist die Type von *E. carpini* (Männchen aus Beuel bei Bonn) aus der Oudemans'schen Sammlung verloren gegangen.

Da die kurze Beschreibung von Oudemans 1905 und die Abbildung von 1910 zu einem Vergleich nicht ausreichten, wurde mit Hilfe des Institutes für landwirtschaftliche Botanik Bonn Material von *Carpinus betulus* aus dem Beueler Raum beschafft. Auf den Blättern fand sich eine gelbliche Spinnmilbe, die das von Oudemans hervorgehobene Kennzeichen, den langen, wiederholt gebogenen Penis besitzt, wie er ihn auch für die finnische Form angibt. Bei der Milbe von Beuel ist das Peritrema schlauchförmig, am Ende keulenförmig verdickt und abgesetzt, bei der von Åbo dagegen ungekammert und gegabelt. Auf Grund dieser Tatsache kann man annehmen, daß wir es bei der aus Finnland von *Salix caprea* stammenden Form mit einer anderen zu tun haben als bei der in Beuel gefundenen. Diese letztere wird für die von Oudemans als *E. carpini* beschriebene gehalten.

Bei der neu gefundenen Milbe auf Apfel kann es sich nicht um *E. carpini* handeln, da folgende morphologische Unterschiede vorhanden sind: Die beiden Milben unterscheiden sich durch die Behaarung der Tarsen. Neue Milbe: Auf Tarsus I des Männchens acht, auf Tarsus II fünf, auf Tarsus I des Weibchens sechs, auf Tarsus II fünf Sinneshaare.

E. carpini Oudms. (aus Beuel): Auf Tarsus I des Männchens sieben, auf Tarsus II vier, auf Tarsus I des Weibchens fünf und auf Tarsus II vier Sinneshaare. Am distalen Ende der Tarsen fehlt jeweils ein Sinneshaar. Die Peritremata der gelben Apfelspinnmilbe sind gekammert, und zwar dreikammerig, während sie bei *E. carpini* schlauchförmig ausgebildet sind und eine Endkammer tragen.

Zacher (1920 und 1921) hielt die von ihm in Berlin-Dahlem auf Haselnuß (*Corylus avellana*, *C. maxima*) gefundene Milbe für *Tetranychus carpini* Oudms. Herr Professor Zacher schickte uns freundlicherweise von dem genannten Fundort auf Haselnuß lebende Tiere. Nach vergleichenden Untersuchungen kann es sich bei diesen Milben nicht um *Eotetranychus carpini* handeln, wenn auch der Penis beider Arten ähnlich gebaut ist. *E. carpini* Oudms. weist keulenförmige, nur mit einer Endkammer versehene, die auf Haselnuß gefundene Milbe dagegen gekammerte Peritremata auf. Weiterhin sind am distalen Ende des Tarsus I und II sowohl beim Männchen als auch beim Weibchen

drei Sinneshaare vorhanden, im Gegensatz zu *E. carpini*, die nur zwei Sinneshaare besitzt.

Die Haselnußspinnmilbe unterscheidet sich von der gelben Apfelspinnmilbe durch anders gebaute Peritremae und Anhänge der Palptarsen. Der Penis bei der Haselnußspinnmilbe ist fast dreimal gebogen, während er bei der gelben Apfelspinnmilbe und *E. carpini* nur zweimal gebogen ist.

Im Jahre 1953 schreibt Collyer, daß sie neben anderen phytophagen Milben auf Apfel in England auch *E. carpini* Oudms. gefunden hätte. Von ihr freundlicherweise überlassene Präparate ergaben, daß die von ihr als *E. carpini* bezeichnete Art mit der hier gefundenen gelben Apfelspinnmilbe identisch ist. Beide haben gekammerte Peritremae, und zwar sind sie dreikammerig. Auch der Bau des Penis stimmt überein. Weiterhin decken sich sämtliche anderen morphologischen Merkmale vollkommen.

Wahrscheinlich hat Collyer die Einordnung der Art auf Grund des langen, stark gebogenen Penis vorgenommen.

Eotetranychus fagi Zacher

Im Jahre 1922 fand Zacher eine neue Spinnmilbe auf Rotbuche (*Fagus silvatica*), er nannte sie *E. fagi* und beschrieb sie folgendermaßen: „Endkammer der Peritremae schwach blasenförmig erweitert. Penis kurz, mit Haken, ohne Bart“. (Nach Mitteilung von Herrn Professor Zacher ist das Vergleichsmaterial verloren gegangen.)

Von dieser *Eotetranychus*-Art unterscheidet sich die gelbe Apfelspinnmilbe durch den gänzlich anders gebauten Penis.

Die bis zum Jahre 1955 aus Amerika bekannten *Eotetranychus*-Arten, *E. willamettei*, *E. carpini borealis* und *E. uncatus* kommen alle drei auf Apfel vor (Zacher [1932 und 1949], Pritchard und Baker [1952]). Sie sind charakterisiert durch einen sehr schlanken, spitzen Penis mit einer deutlichen Welle in der Mitte.

Bei *E. willamettei* und *E. carpini borealis* ist das Peritrema lang und schlank, ungekammert, nicht umgebogen und endet in einer keulenförmigen Verdickung. Bei *E. uncatus* ist dagegen das distale Ende der Peritremae stark U-förmig gebogen und in mehrere Kammern unterteilt. Außerdem besitzt die Tibia I des Männchens von *E. carpini borealis* vier Sinneshaare, während *E. willamettei* und *E. uncatus* deren zwei aufweisen. Pritchard und Baker (1952) geben als Unterscheidungsmerkmal der drei Arten noch die verschiedene Länge der Doppelhaare auf Tarsus I und II an, die hier aber nicht erörtert zu werden braucht. Im Jahre 1955 fassen Pritchard und Baker (1955) die in der Weltliteratur bekannten *Eotetranychus*-Arten zusammen und zählen dabei 37 verschiedene auf. Jedoch nur vier davon sind durch den Bau des Penis mit der gelben Apfel-

spinnmilbe nahe verwandt: *Eotetranychus carpini*, *E. willamettei*, *E. uncatus* und *E. coryli*. Einige andere zu diesem „Carpini-Komplex“ gehörige Arten sind nach Pritchard und Baker (1955) Synonyme der oben angeführten.

Bei einem Vergleich der gelben Apfelspinnmilbe mit den amerikanischen Arten *E. willamettei* und *E. carpini borealis*, sowie der aus Rußland (Georgien) stammenden *E. coryli* Reck, ergibt sich, daß sie mit diesen nicht identisch sein kann. Ist doch ihr Peritrema so gänzlich anders gebaut. Denn auch dasjenige von *E. coryli* zeigt mit seiner umgebogenen Endkammer einen gänzlich anderen Aufbau. Gegenüber *E. carpini borealis* und *E. coryli* weist sie obendrein die verschiedene Anzahl der Sinneshaare auf Tibia I des Männchens auf.

Von den hier genannten *Eotetranychus*-Arten zeigt die gelbe Apfelspinnmilbe aus Deutschland mit der amerikanischen *E. uncatus* die größte Ähnlichkeit. Beide Formen zeigen den S-förmig gebogenen Penis. Die Ausbildung der Peritremae erscheint äußerst ähnlich, jedoch besteht hier eine Differenz insofern, als Garman bei seiner Beschreibung von „mehreren“ Kammern spricht (1952), in seiner Zeichnung vier angibt, so daß nicht klar ersichtlich ist, ob die Vier-Zahl ein Kriterium darstellt. Folgt man der Zeichnung von *E. uncatus*, so stellt man die gleiche Anzahl von Borsten auf Tarsus und Tibia I des Männchens fest, wie sie die gelbe Apfelspinnmilbe aufweist. Unklarheit besteht in einigen Punkten. Garman beschreibt die Empodialkralle I des Männchens nicht genau. Er erwähnt nur die Tatsache, daß die Zähne kürzer und dicker als beim Weibchen sind. Die Zeichnung läßt nicht erkennen, wie die Empodialkralle aufgespalten ist.

Die Ähnlichkeit der beiden Formen legte die Vermutung nahe, daß es sich um die gleiche Art handelt. Nach vielen Bemühungen gelang es, ein Präparat der amerikanischen Milbe von Garman zu bekommen. Es enthielt viele weibliche Tiere, dagegen kein Männchen. Aber schon diese Weibchen genügten, um die amerikanische Form einwandfrei gegen die deutsche abzugrenzen. Das Peritrema ist bei *E. uncatus* vier- bis fünfkammerig. Die Einzelkammern sind erheblich größer als bei der gelben Apfelspinnmilbe. Der Endteil ist sehr stark umgebogen, jede Einzelkammer abgesetzt. Besonders auffällig ist dies bei der Endkammer, die wie über die vorhergehende aufgestülpt erscheint. Das Sinneskölbchen auf dem Palptarsus ist besonders lang. Es wurde bis zu $9,23\ \mu$ gemessen, während es bei der gelben Apfelspinnmilbe höchstens $7,7\ \mu$ beträgt. Das Verhältnis von Länge zu Breite war bei beiden Formen etwa gleich. Denselben Unterschied finden wir beim Spindelchen, das bei *E. uncatus* $6\ \mu$ lang ist und bei der gelben Apfelspinnmilbe nur $4,6\ \mu$. Die genannten Unterschiede zwischen den weiblichen Imagines sind so ins Auge fallend, daß man die

Behauptung aufstellen kann, es handelt sich bei der in Deutschland gefundenen Form nicht um *E. uncatus*.

Auf Grund der morphologischen Unterschiede gegenüber den genannten *Eotetranychus*-Arten erscheint es gerechtfertigt, für die in Deutschland gefundene gelbe Apfelspinnmilbe eine neue Art aufzustellen, für die der Name *Eotetranychus pomi* n. sp. vorgeschlagen wird.

Für die neue Art sind folgende Merkmale charakteristisch:

Weibchen: Die Peritremae enden in drei, vereinzelt auch zwei und vier verschiedenen großen Kammern, die nach hinten gebogen sind.

Pedipalpen: Coxa dorsal eine winzige Walze. Palptarsus trägt sieben Anhänge, davon sind zwei Sinnesorgane. Das größere ist 2,6 mal so lang wie breit. Der Tarsus I trägt 19 Haare, 6 davon sind Sinneshaare; der Tarsus II besitzt 16 Haare, 5 davon sind Sinneshaare; die Tibia I trägt 9 normale Borsten und 1 Sinneshaar; die Empodialkrallen aller Tarsen sind sechsgespalten.

Männchen: Peritremae wie beim Weibchen, nur etwas schmaler und kleiner. Sinneskölbchen auf dem Palptarsus schlanker als beim Weibchen, etwa 4 mal so lang wie breit. Tarsus I mit 20 Haaren, davon 8 Sinneshaare; Tarsus II mit 16 Haaren, davon 5 Sinneshaare; Tibia I mit 11 Haaren, davon 2 Sinneshaare.

Empodialkralle von Tarsus I zweigespalten, von Tarsus II viergespalten und bei den übrigen sechsgespalten.

Penis lang und schlank, S-förmig gebogen.

Biotop: Apfel, Stuttgart-Hohenheim.

Typus: Ein Männchen, gefunden in Hohenheim bei Stuttgart auf Apfel. In der Sammlung des Institutes für Pflanzenschutz in Stuttgart-Hohenheim.

Paratypen: Je 20 Männchen und je 20 Weibchen im zoologischen Museum der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Teheran und in Stuttgart-Hohenheim.

Unter Zuhilfenahme des von Baker aufgestellten Systems stellt sich die systematische Stellung von *Eotetranychus pomi* n. sp. folgendermaßen dar:

Stamm:	Arthropoda
Unterstamm:	Chelicerata
Klasse:	Arachnoidea
Ordnung:	Acarina

Untergruppe:	Trombidiformes	Reuter,	1909
Familiengruppe:	Prostigmata	Kramer,	1877
Familie:	Tetranychidae	Donnadieu,	1875
Gattung:	Eotetranychus	Oudemans,	1931
Art:	pomi	n. sp.	

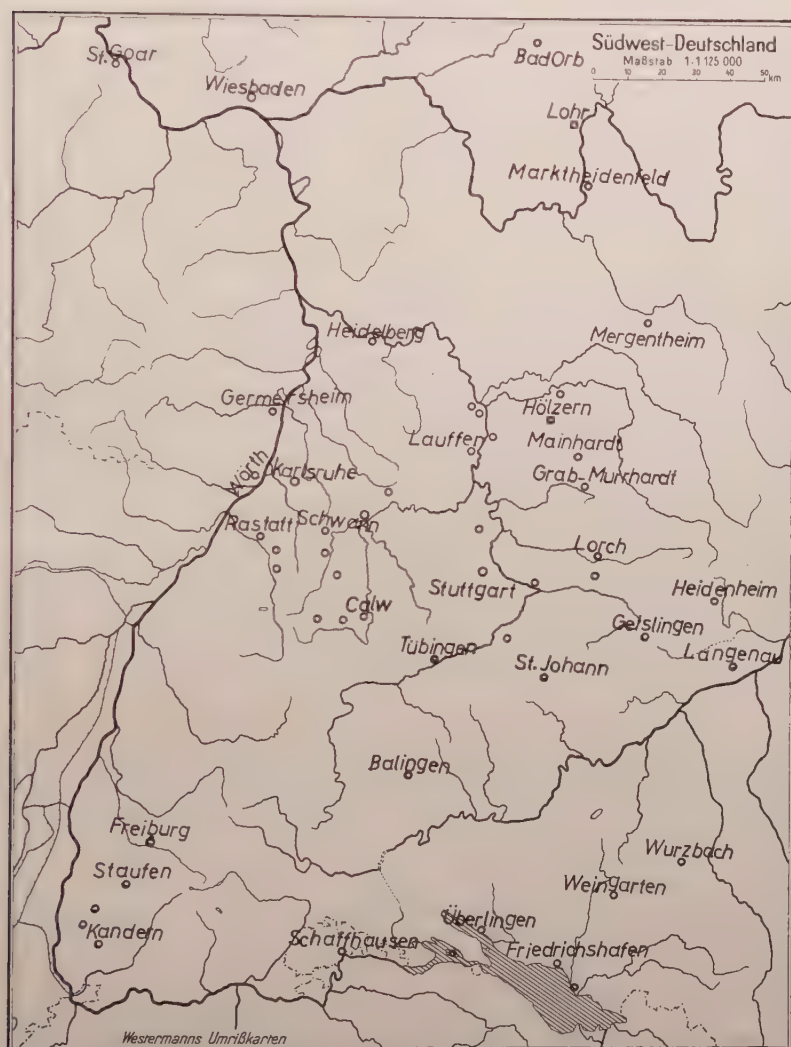


Abb. 11. Vorkommen der gelben Apfelspinnmilbe in Südwestdeutschland.
Die Fundorte sind mit einem Kreis bezeichnet

III. Geographische Verbreitung

Eotetranychus pomi n. sp. scheint ein weites Verbreitungsgebiet zu haben. In den Jahren 1952 bis 1954 wurde sie an vielen Stellen im Südwestdeutschen Raum nachgewiesen (nach Dosse und eigenen Erhebungen). In Abb. 11 sind die bisherigen Fundorte der gelben Apfelspinnmilbe eingezeichnet. Man kann daraus entnehmen, daß die Art die Apfelbäume nicht nur in den wärmeren Gebieten, wie im Rheintal und am Bodensee besiedelt, sondern daß sie auch auf den Höhen unserer mittleren Gebirgskzüge anzutreffen ist. Sie wurde im Nordschwarzwald, auf der Schwäbischen Alb, im Spessart und Vogelsberg, sowie in der Eifel aufgefunden. Die von Collyer eingesandten Tiere beweisen auch ihr Vorkommen in England.

IV. Biologie

1. Arbeitsmethode

Zur Isolierung und genauen Beobachtung der gelben Apfelspinnmilbe wurden einjährige Apfelbäumchen in Töpfen gezogen. Außerdem wurden für die Untersuchungen auch Apfelsämlinge herangezogen, die aus Apfelkernen einer Sorte gezüchtet waren, welche erfahrungsgemäß gegen Apfelmehltau nicht anfällig war, da eine Schwefelspritzung wegen der Empfindlichkeit der Milben nicht durchgeführt werden konnte. Die Milben wurden einzeln auf Blätter gesetzt, die mit einem Vaselinegürtel isoliert waren. Die Isolierung einzelner Weibchen erlaubte es, die Anzahl der je Tier abgelegten Eier, die Dauer der Embryonalentwicklung festzustellen und den genauen Verlauf der Population, Generationenzahl und Generationsdauer zu verfolgen.

Um die unter verschiedenen Umweltsverhältnissen auftretenden Unterschiede zu berücksichtigen, wurden in den zwei Beobachtungsjahren parallel laufende Versuche im Laboratorium bei Zimmertemperatur und im Freiland durchgeführt. Daneben wurden im Thermostaten Versuche angesetzt, um die Entwicklung der Milbe bei konstanten Temperaturverhältnissen festzustellen.

Im Freiland befanden sich die oben genannten Versuchsbäumchen in einem Obstgarten in etwa 1,50 m Höhe vom Boden. Dieser Versuch mußte zur Ausschaltung natürlicher Feinde durch einen Gazeüberzug abgeschirmt werden. Die Maschenweite der Gaze wurde so gewählt, daß die Temperaturverhältnisse nicht mehr, als nach Umständen unvermeidbar, verändert wurden.

Mit einem Thermohygrographen wurden Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit unter dem Gazeschirm gemessen. Im Laboratorium standen die Versuchsbäumchen in der Nähe des Fensters. Auch hier wurde ein Thermohygrograph zur Messung von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit aufgestellt.

Um eine genügend große Anzahl von Eiern zu erhalten, wurden durchgehend von jeder Generation 15 bis 20 Weibchen isoliert und je Weibchen täglich zwei Eier auf je zwei verschiedenen Blättern weiterhin beobachtet. Die Eier, aus denen keine Larven schlüpften, wurden eliminiert. Deshalb erscheinen in den Tabellen nicht immer zwei Eier pro Tag. Von dieser Nachkommenschaft wurden nur die Tiere berücksichtigt, welche die vollständige

Entwicklung bis zur Imago durchmachten. Diese Zahl schwankt bei den einzelnen Versuchen zwischen 30 und 90. Die Kontrollen wurden unter dem Pinokular durchgeführt, und zwar für die Versuchstiere im Thermostaten dreimal täglich, im Laboratorium täglich zweimal und im Freiland täglich einmal. Am warmen Tagen wurden auch die Freilandversuche zweimal bonitiert.

2. Erscheinen aus dem Winterlager

Eotetranychus pomi n. sp. überwintert als fertiges begattetes Weibchen. Die Milben verlassen ihr Winterlager im Frühjahr gegen Ende April, Anfang Mai.

Im Jahre 1953 wurden die ersten Tiere am 20. April auf den Blättern beobachtet, 1954 dagegen erst am 5. Mai.

Eine Gegenüberstellung der klimatischen Faktoren in den Wintermonaten 1953 und 1954 zeigt, daß diese Zeit im Jahre 1953 wärmer, sonniger, und in den entscheidenden Monaten auch trockener war als die gleiche Zeit im Jahre 1954 (Tabelle 1 und Abb. 12)².

Tabelle 1: Temperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Sonnenscheindauer und Regenmenge in den Monaten Dezember bis April 1952—1953 und 1953—1954

Monate	Temperatur °C		% rel. Luftf.		Std. Sonnen- schein		Regenmenge in mm	
	1952-53	53-54	52-53	53-54	52-53	53-54	52-53	53-54
Dezember	-0,5	1,8	87	90	1,5	2,2	75,6	18,5
Januar	-1,7	-3	87	79	1,3	2	14,3	19,6
Februar	0,2	-2	82	80	3	2,7	36,1	22,8
März	6	5,5	61	74	7,5	4,9	2,8	6,5
April	9,8	6,2	67	73	7	5,1	47,8	76
Durchschnitt	2,76	1,7	76,8	79,2	4,06	3,38	35,3	28,7

Der Durchschnittswert der Temperaturen der Monate Dezember 1952 bis März 1953 lag um mehr als ein Grad höher als in der gleichen Zeit 1953/54. In den entscheidenden Monaten, Februar bis April, ist diese Differenz noch größer, zu der Zeit, wenn die Winterweibchen aus ihren Verstecken kommen, im April betrug diese Differenz sogar 3,6° C.

Die gleichen Verhältnisse liegen bei den Werten für die Dauer der Sonnenstrahlung vor. Die durchschnittliche tägliche Sonnenstrahlung war 1952/53 um eine halbe Stunde länger als 1953/54, im April sogar beinahe zwei Stunden.

² Die in den Tabellen 1 und 2 angeführten meteorologischen Daten wurden von der Agrarmeteorologischen Versuchs- und Beratungsstelle Stuttgart-Hohenheim freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

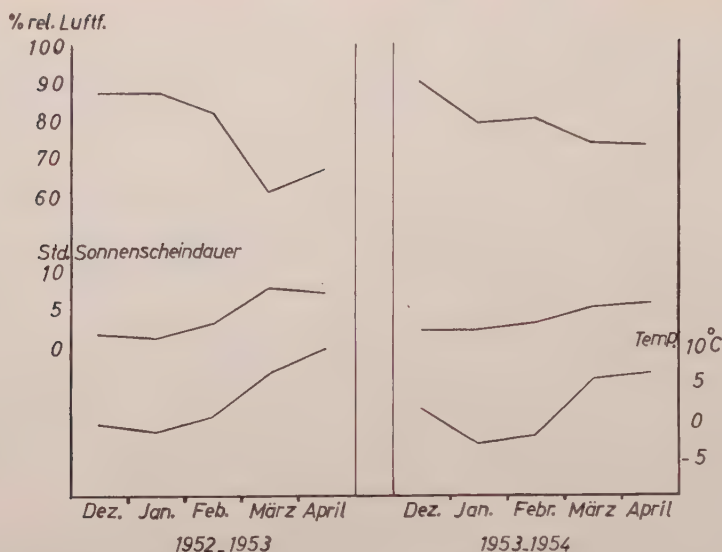


Abb. 12. Temperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Sonnenscheindauer und Regenmenge in den Monaten Dezember bis April 1952/53 und 1953/54

Obwohl die durchschnittliche Regenmenge in der obengenannten Zeit im Jahre 1952/53 um etwa 7 mm größer war, lagen die Werte in den entscheidenden Monaten März und April 1953/54 wesentlich höher, und zwar um 20,9 mm.

Daraus ist zu schließen, daß Wärme, Trockenheit und Sonnenstrahlen das Erscheinen aus dem Winterlager begünstigen.

Wenn die Milben ihr Winterlager verlassen haben, laufen sie bei Wärme und Sonnenschein auf den Ästen hin und her. Bei Nacht und bei kaltem und regnerischem Wetter verstecken sie sich unter Schuppen und Rindenrissen und warten günstigere Witterung ab.

Bei warmem und trockenem Wetter erreichen sie die Knospen nach 2 bis 4 Tagen, bei kalter und regnerischer Witterung später.

Unmittelbar nach Erscheinen der Knospen und der jungen Blätter beginnen sie zu saugen, und nach 3 bis 4 Tagen schlägt die Körperfarbe von gelb nach grün um.

Es ist dabei zu bemerken, daß die Milben nicht alle auf einmal, sondern nach und nach ihre Winterquartiere verlassen. Dieses Abwandern dauert bei schönem Wetter etwa 10 Tage, bei ungünstiger Witterung wesentlich länger. Im Jahre 1953 erschienen die letzten Winterweibchen am 5. Mai, 1954 am 24. Mai. Die Tatsache, daß es sich um Winterweibchen handelte, war an der orange-gelben Färbung der Tiere zu erkennen.

Da die Milben anfangs die zunächst liegenden Äste und Zweige besiedeln, und da sich ihre Winterlager vornehmlich in den Hauptachseln des Baumes befinden, hält sich die erste und zweite Generation überwiegend auf den unteren Ästen der Bäume auf. Später wandern die Tiere auf der Suche nach frischen Blättern nach oben, so daß die Bäume im Laufe des Sommers fast gleichmäßig besiedelt werden.

3. Anzahl und zeitliches Vorkommen der Generationen

Eine exakte Abgrenzung der einzelnen Generationen der gelben Apfelspinnmilbe voneinander ist nicht möglich. Die Weibchen kommen nicht gleichzeitig aus dem Winterlager, die Eiablage zieht sich über längere Zeit hin, und die Entwicklung der einzelnen Stadien wird stark durch Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit beeinflusst. Dadurch können oft Milben zweier Generationen auf einem Blatt gleichzeitig vorkommen.

Eine Generation wird dann als abgeschlossen betrachtet, wenn der größte Teil der eiablegenden Weibchen dieser Generation abgestorben ist. Zu dieser Zeit können aber noch Eier und junge Stadien derselben Generation auf den Blättern vorhanden sein.

Die erste Generation beginnt mit den Eiern, die von den Winterweibchen abgelegt werden. Die zweite Generation fängt an, wenn das aus dem ersten Ei der ersten Generation geschlüpfte Weibchen sein erstes Ei abgelegt hat. Das gleiche gilt für die dritte und alle weiteren Generationen, unabhängig davon, wann die vorangegangene Generation abgeschlossen ist.

Auf diese Weise konnten im Freiland im Jahre 1953 vier, 1954 drei Generationen festgestellt werden. Im Laboratorium waren die entsprechenden Zahlen jeweils sechs.

In Abb. 13 ist der Verlauf der Generationen im Laboratorium und im Freiland während der Beobachtungsjahre 1953 und 1954 aufgezeichnet. Die erste Generation im Freiland 1953 fing am 28. April an und dauerte bis zum 1. Juli. Die zweite begann schon am 4. Juni. Vom 28. April bis 4. Juni waren nur die Milben der ersten Generation, vom 18. September bis 30. Oktober nur die der vierten Generation auf den Blättern, während in der Zwischenzeit, d. h. vom 4. Juni bis 18. September immer Milben zweier verschiedener Generationen auf einem Blatt zu finden waren.

1954 begann die erste Generation am 12. Mai, die zweite am 16. Juni und die dritte am 23. Juli. Vom 12. Mai bis 16. Juni und vom 15. September bis 20. Oktober war jeweils nur die erste bzw. dritte Generation auf den Blättern zu finden, während in der Zeit vom 16. Juni bis 15. September je zwei Generationen gleichzeitig vorhanden waren.

Anzahl und Dauer der Generationen in den Jahren 1953 und 1954

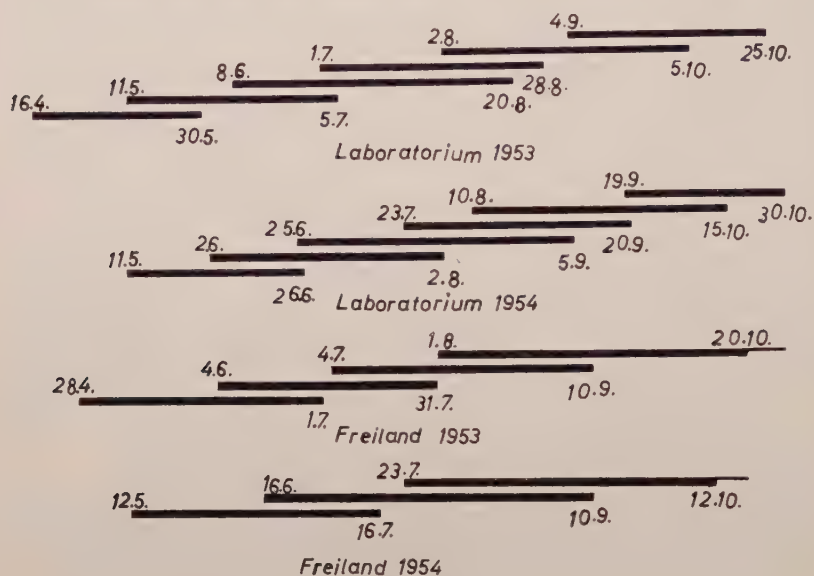


Abb. 13

Die geringe Generationszahl im Jahre 1954 läßt sich aus den Witterungsverhältnissen dieses Jahres erklären (Abb. 14 und 15).

Im Jahre 1954 war die Temperatur in der Zeit vom 15. März bis 30. Oktober mit Ausnahme vom 8. bis 22. Juni geringer als in der gleichen Zeit des Vorjahres. Diese Tatsache ist aus der Tabelle 2 zu erkennen, in der die Daten für die Witterung während der Vegetationsperiode der beiden Jahre gegenübergestellt sind.

Im Jahre 1953 lag die durchschnittliche Temperatur während der gesamten Vegetationsperiode um $0,7^{\circ}\text{C}$ höher als 1954. In einzelnen Monaten war die Temperatur sogar noch höher, im Mai $2,1^{\circ}\text{C}$, Juli $2,6^{\circ}\text{C}$ und August $0,9^{\circ}\text{C}$. Auch die Sonnenscheindauer überstieg in diesen Monaten diejenige von 1954 um 0,8, 0,8 und 3 Stunden. Die relative Luftfeuchtigkeit schwankte in beiden Jahren um dieselben Werte. Dagegen war die im Jahre 1953 gefallene Regenmenge um 5,1 mm niedriger als 1954.

Im Laboratorium wurde in beiden Jahren die gleiche Zahl von Generationen, nämlich sechs, aufgezogen. Die Klimafaktoren waren hier für die Milbenpopulation günstiger, denn die Temperatur war höher. Es traten keine großen Schwankungen auf, und deshalb erhöhte sich auch die Wärmesumme, außerdem herrschte eine fast konstante gün-

Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Niederschläge

in der Zeit vom 1. Okt. 1952 bis zum 30. Sept. 1953

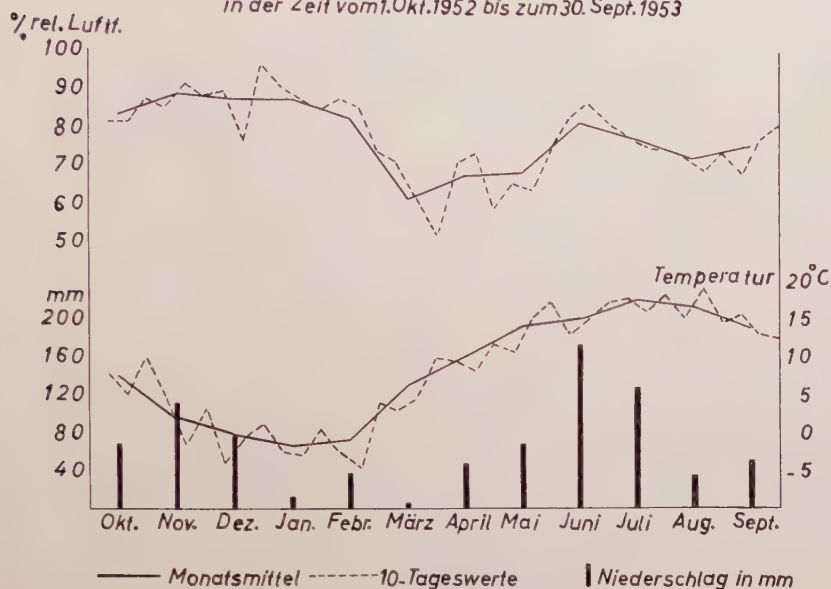


Abb. 14

Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Niederschläge

in der Zeit vom 1. Okt. 1953 bis zum 30. Sept. 1954

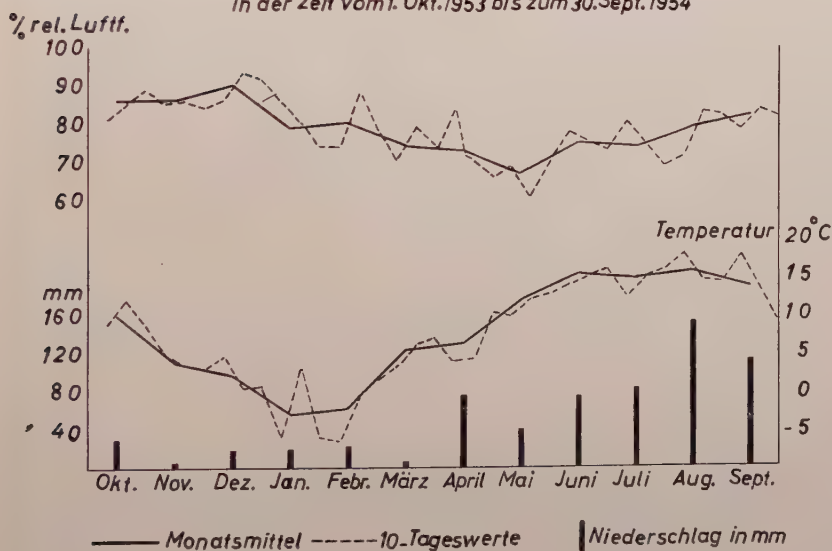


Abb. 15

stige relative Luftfeuchtigkeit. Dadurch wurde die Entwicklung beschleunigt und die Generationszahl gegenüber dem Freiland erhöht.

Tabelle 2: Temperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Regenmenge und Sonnenscheindauer während der Populationszeit, Mai bis November 1953—1954

Monate	Temperatur °C		% rel. Luftf.		Std. Sonnenschein		Regenmenge in mm	
	1953	1954	1953	1954	1953	1954	1953	1954
Mai	13,8	11,7	68	68	7,8	7	67,2	34,9
Juni	15	15,6	80,7	75,1	4,9	7,3	170,5	77,2
Juli	17,3	14,7	77	74	7	6,2	122,4	82,2
August	16,4	15,5	72	79	8,9	5,9	33,3	152,7
September	13,7	13,6	75	82	6,1	5,4	50,4	115,6
Oktober	10	9,4	86	83	3,9	5	29,2	47,1
November	3,7	4,5	86	86	3,8	2,6	5,8	24,5
Summe	89,8	85,0	—	—	42,4	39,4	478,8	514,2
Mittelwert:	12,8	12,1	77,8	78,1	6,1	5,6	68,4	73,5

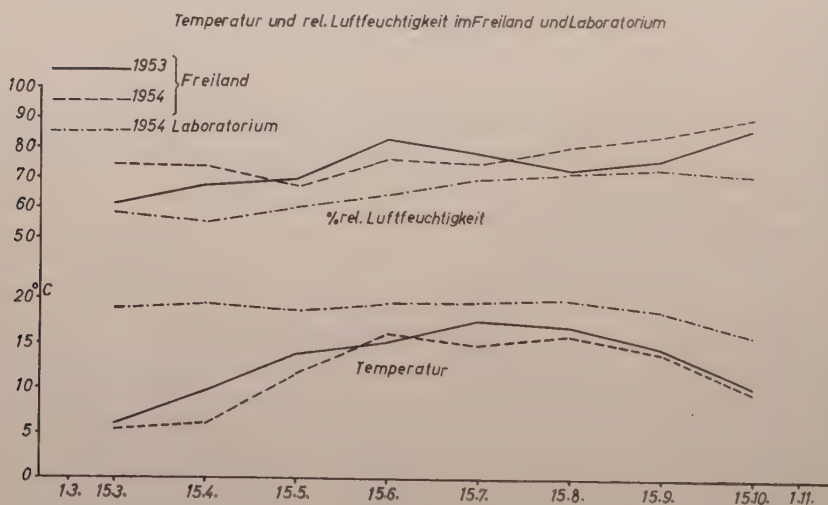


Abb. 16

Diese Tatsache ist aus Abb. 16 zu ersehen. In dieser Figur ist die Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit während der Populationszeit im Freiland im Jahre 1953 und 1954 dargestellt. Zum Vergleich wurde die Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit, die im Laboratorium im Jahre 1954 herrschte, aufgezeichnet.

Im Jahre 1953 wurden die Weibchen am 8. April aus dem Winterlager geholt und auf die Blätter von im Laboratorium aufgezogenen Apfelbäumchen gesetzt. Am 16. April wurden die ersten Eier abgelegt, also 12 Tage früher als im Freiland. Am 25. Oktober war die sechste Generation zu Ende. Einzelne Tiere waren noch bis zum 25. November auf den Blättern. Im Jahre 1954 wurden Winterweibchen am 8. Mai von den Ästen abgenommen und auf Blätter ins Laboratorium verbracht. Die erste Generation begann am 11. Mai, also zu der gleichen Zeit, in der im Vorjahre die zweite Generation begann. Im Verlauf des Sommers wurde dieser Vorsprung eingeholt, und am 30. Oktober war die sechste Generation beendet. Einzelne Tiere waren noch bis zum 15. November auf den Blättern zu finden.

4. Vorgang der Entwicklung vom Ei bis zur Imago

Unmittelbar nach Beendigung der Entwicklung der Larve im Ei unternimmt diese nach oben und nach der Seite Bewegungen, streckt das I. und II. Beinpaar nach vorne, das III. Beinpaar nach hinten, um das Ei verlassen zu können. Durch diese Anstrengung der Larve hebt sich der obere Teil der Eischale und fällt ab. Der ganze Vorgang dauert 3 bis 6 Minuten. Die Larve verbleibt noch kurze Zeit in der Nähe der Eihülle und bewegt sich dann weg, um sofort mit dem Saugen zu beginnen. Nach 2 bis 4 Stunden, abhängig von der Intensität des Saugens und vom Blattzustand, kann man seitlich grüne Flecken durch den Körper durchscheinen sehen. Nach intensiver Nahrungsaufnahme erscheint der Körper der Larve vollkommen grün; es heben sich nur die karminroten Augen ab. Nach einiger Zeit geht die Larve in ein Ruhestadium, oft in die Blattachseln, wo sie mit ausgestreckten Beinen bewegungslos liegen bleibt. Auf Reize, etwa durch Licht oder leichtes Berühren mit der Präpariernadel, antwortet sie, indem sie sich ein Stück weiter bewegt, um dann erneut regungslos liegen zu bleiben. Wiederholt man die Reizeinwirkung 3 bis 4 Minuten später, so erfolgt keine Reaktion mehr, auch nicht, wenn man die Larve umdreht oder wenn bewegliche Stadien darüber laufen. Nach einiger Zeit fängt die Haut an, sich an der Dorsalseite zu lösen und die eindringende Luft läßt die Milbe silbrig erscheinen. Wenn die Protonymphe in der Larvenhaut voll entwickelt ist, entsteht dorsal zwischen dem II. und III. Beinpaar ein Querriß, der durch spannerartige Bewegung allmählich vergrößert wird. Die vordere Hälfte der alten Haut wird durch die Bewegung des I. und II. Beinpaares abgestreift, so daß der Vorderkörper zuerst frei wird. Sodann befreit sich die Protonymphe durch Bewegung der hinteren Beinpaare vollkommen. Es ist gut zu beobachten, daß die Protonymphe zunächst von

ihrem neu erworbenen IV. Beinpaar keinen Gebrauch machen kann. Doch schon nach einigen Minuten ist sie in der Lage, auch diese Beine normal zu benützen.

Die Protonymphe geht nach einiger Zeit in ein zweites Ruhestadium über, aus der das letzte aktive Jugendstadium, die Deutonymphe, entsteht.

Erst im Deutonymphenstadium kann zwischen Weibchen und Männchen unterschieden werden (siehe Morphologie).

Es folgt ein drittes Ruhestadium, aus dem die Imago schlüpft.

Der Übergang der einzelnen Ruhestadien in das darauffolgende aktive Stadium stellt nicht nur eine einfache Häutung dar, sondern ist mit Neubildungen verbunden. Als solche ist der Erwerb des IV. Beinpaares und die Entwicklung der Geschlechtsorgane zu betrachten.

5. Entwicklungsdauer

Um den Entwicklungsverlauf der Milben vom Ei bis zur Imago genau verfolgen zu können, wurden die Ergebnisse der täglichen Kontrollen protokolliert. Diese Aufzeichnungen ergaben ein umfangreiches Zahlenmaterial, das in dieser Arbeit nicht aufgenommen werden konnte. Sämtliche vollständig ausgeführten Tabellen wurden im Institut hinterlegt, und an dieser Stelle sei nur eine als Beispiel gebracht (Tabelle 3). Tabelle 3 zeigt die Entwicklungsdauer der Weibchen der ersten Generation im Laboratorium im Jahre 1954.

Der Durchschnitt der Gesamtentwicklungsdauer ist 19,8 Tage. Die kürzeste Entwicklungszeit war 16 und die längste 23 Tage.

Um das reiche Zahlenmaterial für die Arbeit verfügbar zu machen, wurden die Mittelwerte der einzelnen Versuche im Laboratorium und im Freiland in Tabellen zusammengefaßt und hier angeführt.

a) Laboratorium 1953

Die Männchen beendeten ihre Entwicklung durchgehend und ohne Ausnahme in einer um 0,6 bis 4,75 Tage kürzeren Zeit als die Weibchen. Nach Meinung einiger Autoren fehlt bei den Tetranychiden die männliche Deutonymphe. Damit erklären sie die Tatsache, daß die Männchen einer Generation immer vor den Weibchen ihre Entwicklung beendet haben. Zacher (1949) vertrat diese Ansicht in bezug auf sämtliche Tetranychiden, Blair (1952) in bezug auf *Metatetranychus ulmi* Koch. Dagegen konnten Andersen (1947), Dosse (1953), Linke (1953) und Gasser (1951) dieses Stadium für *Metatetranychus ulmi*, *Tetranychus urticae* Koch forma *dianthica* Dosse und *Tetranychus urticae* Koch (*althaeae* v. Hanst.) nachweisen.

Nach eigenen Untersuchungen ist die Differenz in der Dauer der Entwicklungszeit nicht auf das Fehlen des männlichen Deutonymphen-

Tabelle 3: Entwicklungsdauer der ♀♀ der 1. Generation im Laborium 1954

[illegible]

stadiums, sondern auf ein schnelleres Durchlaufen sämtlicher Stadien zurückzuführen. Diese Tendenz läßt sich durchgehend verfolgen (Tab. 4).

Ganz allgemein läßt sich aussagen, daß die Gesamtentwicklungsdauer von der ersten Generation mit 21,85 Tagen für die Weibchen und 20,5 Tagen für Männchen zur vierten Generation mit 20,6 Tagen für Weibchen und 18,7 Tagen für Männchen abnimmt. Diese Tatsache läßt sich mit einer Temperatursteigerung erklären. Die Zeitdauer der einzelnen Entwicklungsstadien während der ersten vier Generationen hielt sich etwa auf gleicher Höhe, mit der Tendenz einer leichten Abnahme, wodurch die Verkürzung der Gesamtentwicklungsdauer zustande kommt. Obwohl die Dauer des Eistadiums der fünften Generation mit 7,1 Tagen ein Minimum erreichte, und auch die Dauer des Larvenstadiums wenigstens bei den Weibchen eine leichte Kürzung erfahren hat, stieg die Gesamtentwicklungsdauer der fünften Generation auf 22,6 bzw. 19,9 Tage, weil die übrigen Stadien gegenüber der vorhergehenden Generation infolge des Temperaturrückgangs deutlich verlängert waren. Noch länger brauchte die sechste Generation mit 39,75 bzw. 35 Tagen, die am 4. September begann und in eine Zeit mit vorwiegend ungünstigen Temperaturverhältnissen fiel. Auch hier zeigen sich die einzelnen Entwicklungsstadien gegenüber der vorhergehenden Generationen deutlich verlängert.

Tabelle 4: Dauer der Entwicklungsstadien im Laboratorium 1953
(Durchschnittswerte)

	Dauer des Eistadiums Tage	Dauer des Larven- stadiums Tage	Dauer des 1. Ruhe- stadiums Tage	Dauer des Proto- nymphen- stadiums Tage	Dauer des 2. Ruhe- stadiums Tage	Dauer des Deuto- nymphen- stadiums Tage	Dauer des 3. Ruhe- stadiums Tage	Gesamt- entwicklungs- zeit Tage
1. Gen. ♀♀	8,3	2,65	1,4	1,85	2,2	2,55	2,9	21,85
1. Gen. ♂♂	8,75	2,25	1,25	1,75	2,25	1,75	2,5	20,5
2. Gen. ♀♀	8,6	2,6	1,5	2,3	1,9	2,4	2,3	21,6
2. Gen. ♂♂	8,3	2,2	2	2,2	1,4	2	2	20
3. Gen. ♀♀	8,7	2,3	1,5	2,3	1,7	2,5	2,3	21,3
3. Gen. ♂♂	8,6	2	1,5	2,2	1,5	2	2	19,8
4. Gen. ♀♀	8,4	2,1	1,4	2,1	2	1,8	2,8	20,6
4. Gen. ♂♂	8,2	2	1,4	1,6	1,7	1,7	2	18,7
5. Gen. ♀♀	7,1	2	1,8	2,5	2,4	3,5	3,3	22,6
5. Gen. ♂♂	7,1	2,3	1,6	2,2	2,2	1,8	2,7	19,9
6. Gen. ♀♀	14,75	3,75	2,5	4	4	4,75	6	39,75
6. Gen. ♂♂	12	4	2,66	5	3,3	5	3	35

Die gefundenen Zahlen der Einzeltiere für die Gesamtentwicklungsdauer im Laboratorium 1953 bewegen sich zwischen 16 (20. Juli bis 5. August) und 34 Tagen (13. September bis 25. Oktober) für Weibchen, für Männchen zwischen 14 (23. Juli bis 6. August) und 38 Tagen (6. September bis 13. Oktober).

Die Hauptmasse der Weibchen der fünften Generation nahm die typische Winterfärbung an, wanderte stammabwärts und suchte Rindenrisse und Knospenschuppen als Winterlager. Trotzdem konnte beobachtet werden, daß einige wenige Weibchen der fünften Generation (etwa 30 %) noch im Herbst zur Eiablage schritten.

Die Zahl der Eier lag jedoch niedriger als bei den vorhergehenden Generationen und erreichte ihr Maximum mit 35. Im Durchschnitt wurden jedoch bedeutend weniger abgelegt.

Ein Teil dieser Weibchen wanderte nach der Eiablage ins Winterlager, der andere Teil, nämlich der mit der größeren Eizahl, starb.

Die aus diesen Eiern hervorgegangenen Tiere konnten ihre Entwicklung nicht alle beenden, da die Temperatur zu tief lag bzw. die Blätter abfielen.

Die Weibchen der sechsten Generation suchten nach beendeter Entwicklung sofort die Winterquartiere auf. Eine Eiablage dieser Weibchen konnte in keinem Fall beobachtet werden.

Es traten unter Laboratoriumsverhältnissen im Jahre 1953 also fünf vollständige Generationen und eine partielle sechste auf, an der sich jedoch nur ein geringer Prozentsatz der Weibchen der fünften Generation beteiligte.

b) Laboratorium 1954

Die Ergebnisse der Versuche dieses Jahres bestätigten die schon im Vorjahre gemachten Beobachtungen, daß die Männchen ihre Entwicklung schneller beendeten als die Weibchen, und daß dieser Vorsprung durch ein rascheres Durchlaufen sämtlicher beweglicher und Ruhestadien zustande kommt.

Die gesamte Entwicklungsdauer schwankte bei den Weibchen von der ersten bis zur vierten Generation zwischen 19 und 21, bei den Männchen zwischen 17,3 und 19,4 Tagen (Tabelle 5).

Ähnlich wie bei den analogen Versuchen des Vorjahres nimmt auch 1954 die Gesamtentwicklungsdauer von der fünften Generation an zu und liegt mit 24,5 und 18 Tagen bei der fünften Generation bzw. 33,3 und 30,4 Tagen bei der sechsten Generation wesentlich über den Werten der ersten vier Generationen.

Die kürzeste beobachtete Entwicklungszeit war bei den Weibchen 14 (29. Juli bis 12. August), die längste 36 Tage (25. September bis 30. Oktober). Die entsprechenden Zahlen beim Männchen sind 12,5 (18. bis 30. Juni) und 32 Tage (25. September bis 27. Oktober).

Tabelle 5: Dauer der Entwicklungsstadien im Laboratorium 1954
(Durchschnittswerte)

	Dauer des Eistadiums Tage	Dauer des Larven- stadiums Tage	Dauer des 1. Ruhe- stadiums Tage	Dauer des Proto- nymph- stadiums Tage	Dauer des 2. Ruhe- stadiums Tage	Dauer des Deuto- nymph- stadiums Tage	Dauer des 3. Ruhe- stadiums Tage	Gesamt- entwicklungs- zeit Tage
1. Gen. ♀♀	8,4	2,4	1,6	2	1,5	2	1,8	19,8
1. Gen. ♂♂	8,7	2	1,1	1,4	1,2	1,3	1,6	17,3
2. Gen. ♀♀	8,6	2,46	1,25	1,25	1,4	1,8	2	19
2. Gen. ♂♂	8	1,9	1,6	1,4	1,5	1,8	1,8	18
3. Gen. ♀♀	9,1	2,45	1,55	1,8	1,8	1,85	2,45	21
3. Gen. ♂♂	9,2	1,8	1,5	1,7	1,8	1,6	1,8	19,4
4. Gen. ♀♀	7,74	2,24	1,7	1,9	1,5	2,39	2,16	19,6
4. Gen. ♂♂	8,7	2,2	1,24	1,6	1,53	1,76	1,35	18
5. Gen. ♀♀	8,3	2,5	2,6	2,5	1,8	4	2,9	24,5
5. Gen. ♂♂	7,57	1,9	1,5	1,5	1,7	1,7	2	18
6. Gen. ♀♀	13,8	3,3	2,7	3	2,7	3,1	4,6	33,3
6. Gen. ♂♂	14,2	2,4	2,6	2,4	2,6	2,6	3,6	30,4

Die Erklärung für die Erscheinung, daß die Gesamtentwicklungsdauer für die ersten vier Generationen etwa gleich blieb, für die fünfte und sechste jedoch anstieg, läßt sich nach Vergleich der Temperaturkurven (Abb. 17, 18, 19) leicht geben.

Aus diesen Kurven ist zu entnehmen, daß die ersten vier Generationen etwa gleiche Temperaturbedingungen vorfanden, die fünfte und

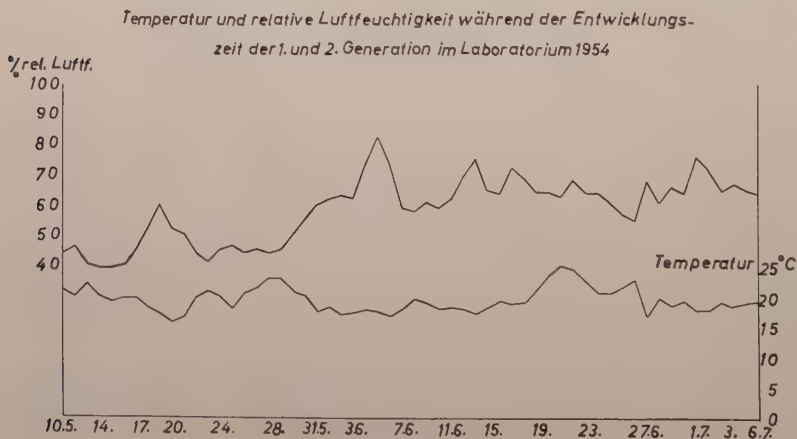


Abb. 17

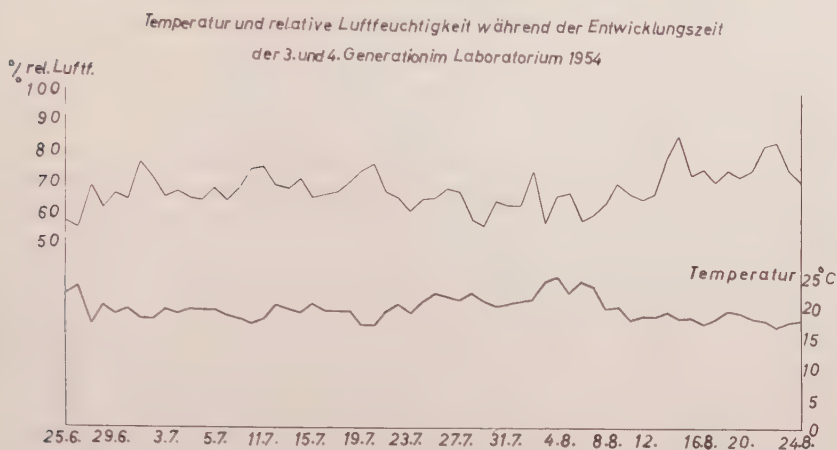


Abb. 18

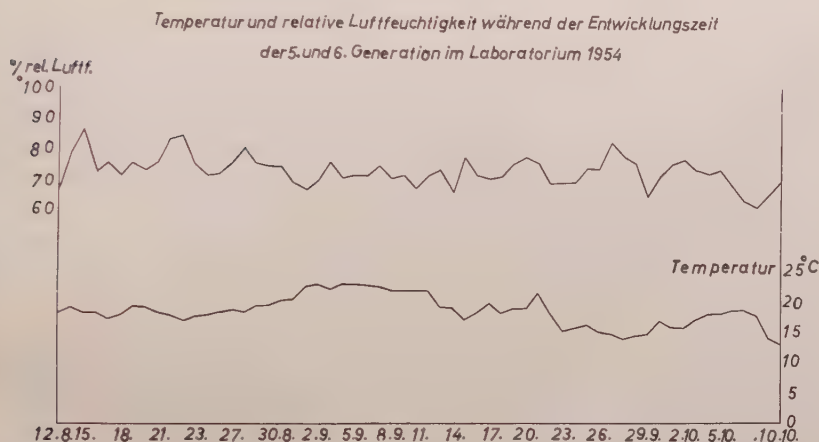


Abb. 19

sechste sich jedoch bei wesentlich ungünstigeren Verhältnissen entwickeln mußten. Es geht daraus hervor, daß sich die Gesamtentwicklungsdauer eines Individuums einer bestimmten Generation umgekehrt zu den in dieser Zeit herrschenden Temperaturen verhält.

Beim Vergleich der Werte der Gesamtentwicklungsdauer in den Laboratoriumsversuchen der beiden Jahre 1953 und 1954 ergibt sich, daß 1954 alle Generationen die Entwicklung schneller beendeten als 1953, mit Ausnahme der fünften Generation. Infolge der 1954 tieferen Außentemperatur (siehe Fig. 15) wurden die Fenster des Zimmers, in dem die Versuche aufgestellt waren, geschlossen gehalten. Außerdem

wurde durch den ganzen Sommer an kalten Tagen geheizt, so daß 1954 trotz der tiefen Außentemperatur die Wärme des Raumes höher lag und vor allen Dingen nicht solche Schwankungen aufzeigte wie 1953.

So lassen sich auch die oben erwähnten Unterschiede in der Gesamtentwicklungszeit erklären. Lediglich im August bis September des Jahres 1954 standen kurzfristig geeignete Bäumchen nicht zur Verfügung, so daß auf solche mit harten Blättern zurückgegriffen werden mußte. Da die Milben an diesen Blättern ungern saugten, entstand ein vorübergehender Nahrungsmangel, der dafür verantwortlich gemacht wird, daß das oben Gesagte für die fünfte Generation nicht zutrifft.

Während im Jahre 1953 nur etwa 30 % der Weibchen der fünften Generation noch Eier ablegten, beteiligten sich 1954 etwa 70 % der fünften Generation an der Eiablage, so daß man für dieses Jahr also sechs vollständige Generationen rechnen darf.

c) Freiland 1953

Die oben angeführten Laboratoriumsversuche waren nur als Ergänzung gedacht und sollten u. a. zeigen, ob unter günstigeren Temperaturverhältnissen eine erhöhte Generationenzahl zu erreichen ist. Die nun zu beschreibenden Versuche geben die Verhältnisse an kleinen Versuchsbäumchen im Freiland wieder. Das Umsetzen der Weibchen erfolgte nach dem Verlassen der Winterlager, aber noch vor dem Beginn der Eiablage. Ebenso wie im Laboratorium ließ sich auch im Freiland feststellen, daß die Entwicklungsdauer der Männchen kürzer war als die der Weibchen (Tabelle 6).

Die Dauer des Eistadiums in der ersten Generation scheint hierzu im Widerspruch zu stehen. Es kommt daher, daß die Eier, aus denen Männchen schlüpften, zufällig während einer Kälteperiode abgelegt wurden.

Der Vergleich der Durchschnittswerte der Gesamtentwicklungsdauer bestätigt die schon bei den entsprechenden Laboratoriumsversuchen gewonnene Erkenntnis, daß diese bis Anfang September nur geringen Schwankungen unterliegt. Zu diesem Zeitpunkt war die Entwicklung der dritten Generation im Freiland abgeschlossen.

Die ungünstigen klimatischen Verhältnisse im September bis Oktober führten dagegen zu einem Anstieg der Entwicklungsdauer auf 34 für Weibchen bzw. 28 Tagen für Männchen.

Die gefundenen Extremwerte der Gesamtentwicklungsdauer der einzelnen Tiere betrug 20 (28. Juni bis 18. Juli) und 45 Tage (23. August bis 7. Oktober) bei Weibchen und 19 (20. Juni bis 9. Juli) und 35 Tage (23. August bis 27. September) bei Männchen.

Tabelle 6: Dauer der Entwicklungsstadien im Freiland 1953
(Durchschnittswerte)

	Dauer des Eistadiums Tage	Dauer des Larven- stadiums Tage	Dauer des 1. Ruhe- stadiums Tage	Dauer des Proto- nymphen- stadiums Tage	Dauer des 2. Ruhe- stadiums Tage	Dauer des Deuto- nymphen- stadiums Tage	Dauer des 3. Ruhe- stadiums Tage	Gesamt- entwicklungs- zeit Tage
1. Gen. ♀♀	10,7	3,45	1,85	2,4	1,95	2,7	2,6	25,6
1. Gen. ♂♂	13,3	2,5	1,6	2,2	1,7	1,7	2	25
2. Gen. ♀♀	9,8	3	1,8	2,4	2	2,9	2	24
2. Gen. ♂♂	10	2,5	1,8	2,6	1,8	3,1	1,6	22,5
3. Gen. ♀♀	10	2,3	2	2,3	2,1	2,3	3	24
3. Gen. ♂♂	8,9	2	1,8	2	2,2	2,2	1,6	21,6
4. Gen. ♀♀	9,8	3,6	3,5	4,2	4	4,8	4	34
4. Gen. ♂♂	9,4	3,3	3	3	3	3,3	2,8	28

Der Temperaturverlauf vom 28. April bis 20. Oktober ist aus den Figuren 15 und 16 ersichtlich.

Von den Versuchsweibchen der vierten Generation der Freilandversuche 1953 wanderten 18 in die Winterlager, ohne noch im Herbst Eier abzulegen. Nur drei begannen Anfang September mit der Eiablage. Durchschnittlich wurden 24 Eier abgelegt. Aus diesen Eiern schlüpften nach einer Entwicklungszeit von durchschnittlich 25 Tagen nur 15 Larven, die ihre Entwicklung nicht zu Ende brachten. Die restlichen Eier schrumpften und gingen zugrunde. Insgesamt traten also im Freiland 1953 auf den Versuchsbäumchen vier Generationen auf.

d) Freiland 1954

Entsprechend den in den Monaten April und Mai im Jahre 1954 bedeutend niedriger liegenden Temperaturen (siehe Fig. 14 und 15) erschienen die Winterweibchen 1954 später auf den Blättern (siehe Abschnitt über Erscheinen aus dem Winterlager). Die erste Eiablage erfolgte am 12. Mai (1953 am 28. April). Die durchschnittliche Gesamtentwicklungsdauer der Weibchen betrug für die erste Generation 29,2; für die zweite 28; für die dritte 36,2 Tage und für Männchen 25; 25,3; 31,4 Tage (Tabelle 7).

Die kürzesten Entwicklungszeiten betrugen für Weibchen 20 (20. Juli bis 9. August), für Männchen 18 Tage (20. Juli bis 7. August). Die längste Zeit, die ein Weibchen benötigte, war 44 (5. September bis 19. Oktober) bzw. 35 Tage (3. September bis 8. Oktober) bei Männchen.

Unmittelbar nach der Beendigung der Entwicklung der Weibchen der dritten Generation wanderten diese in die Winterquartiere ab. Obwohl das erste Weibchen bereits am 6. September fertig ausgebildet

Tabelle 7: **Dauer der Entwicklungsstadien im Freiland 1954**
(Durchschnittswerte)

	Dauer des Eistadiums	Dauer des Larven- stadiums	Dauer des 1. Ruhe- stadiums	Dauer des Proto- nymph- stadiums	Dauer des 2. Ruhe- stadiums	Dauer des Deuto- nymph- stadiums	Dauer des 3. Ruhe- stadiums	Gesamt- entwicklungs- zeit
	Tage	Tage	Tage	Tage	Tage	Tage	Tage	Tage
1. Gen. ♀♀	13,3	3,5	2	2,5	2,2	3,3	2,4	29,2
1. Gen. ♂♂	14	2,5	1,5	1,75	1,85	1,75	1,75	25
2. Gen. ♀♀	11,7	3,3	2,3	2,4	2,2	2,6	3,5	28
2. Gen. ♂♂	11,4	3	2	2,3	2	2	2,5	25,3
3. Gen. ♀♀	12,4	3,6	3	3,1	3,6	5,2	5,2	36,2
3. Gen. ♂♂	13,3	3,6	2,4	2,7	2,8	3,2	3,4	31,4

war, erfolgte wegen der ungünstigen Witterungsverhältnisse dieses Jahres keine Eiablage mehr, wogegen im Vorjahre noch die Weibchen Eier ablegten, deren Entwicklung am 7. September beendet war.

Bei den Freilandversuchen des Jahres 1953 traten vier Generationen auf, im Jahre 1954 nur drei. Aus Fig. 13 geht hervor, daß der Zeitpunkt der ersten Eiablage 1954 um 14 Tage später lag. Weiterhin zeigt die Figur 15, daß die Temperaturwerte durchweg tiefer lagen als 1953.

Diese Tatsachen mußten verantwortlich gemacht werden, daß 1954 eine Generation weniger auftrat als 1953.

Beim Vergleich der Tabellen 6 und 7 ergibt sich, daß die Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien 1954 in fast allen Fällen länger dauerte als 1953, was sich in einer für 1953 starken Abkürzung der Gesamtentwicklungsdauer ausdrückte.

6. Einfluß der Temperatur auf die Entwicklungsgeschwindigkeit

Bei Betrachtung der Einzelwerte, aus denen die hier in den Tabellen zusammengefaßten Mittelwerte errechnet wurden, fällt immer wieder die große Differenz auf, die zwischen den Extremwerten eines Stadiums in ein und derselben Generation liegt. Da vermutet wurde, daß diese Schwankungen temperaturbedingt seien, sollte experimentell geprüft werden, ob die Unterschiede auch bei konstanter Temperatur auftreten. Zu diesem Zweck wurden kleine Apfelbäumchen mit auf den Blättern isolierten Einzeltieren in verschiedenen Kammern eines Stufenthermostaten gebracht und bei 23, 27,5 und 33° C gehalten.

Bei 33° C wurden zwar von den eingebrachten Weibchen Eier abgelegt, diese schrumpften jedoch und gingen zugrunde. Die Ergebnisse der Versuche bei 23 und 27,5° C sind in den Tabellen 8 und 9 nieder-

Tabelle 8: Entwicklungsdauer der ♀ im Thermostaten bei 23° C

Nr.	Ei abgelegt am	Dauer des Ei- stadiums		Larve geschlüpft am	Dauer des Larven- stadiums	Beginn des 1. Ruhe- stadiums	Dauer des 1. Ruhe- stadiums	Proto- nymphen geschlüpft am	Dauer des Proto- nymphen- stadiums	Beginn des 2. Ruhe- stadiums	Dauer des 2. Ruhe- stadiums	Deuto- nymphen geschlüpft am	Dauer des Deuto- nymphen- stadiums	Repin- stadiums am	Dauer des 3. Ruhe- stadiums	Imago geschlüpft am	Gesamt- entwicklungs- zeit
		Tag	am														
1	16.5.	6		22.5.	2	24.5.	2	26.5.	1	27.5.	1	28.5.	2	30.5.	1	31.5.	15
2	17.5.	7		24.5.	2	26.5.	1	27.5.	1	28.5.	1	29.5.	1	30.5.	2	1.6.	15
3	18.5.	7		25.5.	2	27.5.	1	28.5.	1	29.5.	1	30.5.	2	1.6.	2	3.6.	16
4	19.5.	8		27.5.	2	29.5.	1	30.5.	1	31.5.	1	1.6.	1	2.6.	2	4.6.	16
5	20.5.	7		27.5.	2	29.5.	1	30.5.	1	31.5.	1	1.6.	2	3.6.	2	5.6.	16
6	22.5.	6		28.5.	2	30.5.	1	31.5.	2	2.6.	1	3.6.	1	4.6.	2	5.6.	14
7	23.5.	6		29.5.	2	31.5.	1	1.6.	1	2.6.	2	4.6.	1	5.6.	1	6.6.	15
8	25.5.	7		1.6.	2	3.6.	1	4.6.	2	6.6.	1	7.6.	1	8.6.	2	10.6.	16
9	27.5.	7		3.6.	2	5.6.	1	9.6.	1	7.6.	2	9.6.	1	10.6.	2	12.6.	16
10	28.5.	7		4.6.	2	6.6.	1	7.6.	1	8.6.	1	9.6.	1	10.6.	2	12.6.	15
Mittelwert		6,8			2		1,1		1,2		1,2				1,8		15,4

Entwicklungsdauer der ♀♀ im Thermostaten bei 27,5° C

Mittelwert	4,3	1,4	0,9	1	1	1,1	1,2	10,9
------------	-----	-----	-----	---	---	-----	-----	------

gelegt. Die Kontrollen der ersteren erfolgten zweimal, die der letzteren dreimal täglich. Bei der konstanten Temperatur von 23° C dauerte die Gesamtentwicklung beim Männchen im Durchschnitt 13,9, beim Weibchen 15,3 Tage (von je 10 Tieren). Bei 27,5° C benötigten die Männchen im Durchschnitt 9,8, die Weibchen 10,9 Tage zur Entwicklung vom Ei bis zur Imago. Aus diesen beiden Versuchsreihen geht deutlich die Beschleunigung der Entwicklungsgeschwindigkeit bei höheren Temperaturen hervor.

Wie aus Tabelle 8 für die Weibchen zu entnehmen ist, sind die Zeiten, die von den 10 Einzeltieren zum Durchlaufen eines Stadiums in Anspruch genommen wurden, ziemlich einheitlich. Während sich für die Dauer des Eistadiums Unterschiede von zwei Tagen ergaben, betrugen die Schwankungen bei den übrigen Stadien in keinem Falle mehr als einen Tag. Die gleichen Verhältnisse fanden sich bei den Männchen (Tabelle 9).

Wenn in den Laboratoriums- und Freilandversuchen 1953 und 1954 gelegentlich größere Unterschiede auftraten, so ließen sich diese durch entsprechende Temperaturschwankungen erklären.

Die Werte der Entwicklungsdauer der Einzelstadien lagen in beiden Temperaturstufen bei den Männchen immer unter denen der Weibchen. Dieser Unterschied, bei jedem Stadium feststellbar, ist im Einzelfall nicht besonders groß. Er beträgt maximal beim dritten Ruhestadium 0,4 Tage, summiert sich aber doch und macht schließlich bei der Gesamtentwicklungsdauer bei 23° C 1,4 Tage aus.

Bei 27,5° C beträgt der größte Unterschied 0,3 Tage beim Deutonymphenstadium, und schließlich 1,3 Tage in der Dauer der Gesamtentwicklung.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß der Entwicklungsverlauf von der Temperatur abhängig ist.

Tabelle 10: Prozentueller Anteil der Dauer eines Entwicklungsstadiums an der gesamten Entwicklung

	Weibchen				Männchen			
	23° C		27,5° C		23° C		27,5° C	
	Tage	%	Tage	%	Tage	%	Tage	%
Ei	6,8	= 44,44	4,3	= 39,45	6,7	= 42,2	4,3	= 43,88
Larve	2	= 13,07	1,4	= 12,84	1,75	= 12,95	1,3	= 13,27
1. Ruhestadium	1,1	= 7,19	0,9	= 8,17	1	= 7,19	0,8	= 8,16
Protonymphe	1,1	= 7,19	1	= 9,17	1	= 7,19	0,8	= 8,16
2. Ruhestadium	1,2	= 7,84	1	= 9,17	1	= 7,19	0,8	= 8,16
Deutonymphe	1,3	= 8,5	1,1	= 10,19	1	= 7,19	0,8	= 8,16
3. Ruhestadium	1,8	= 11,77	1,2	= 11,01	1,4	= 10,07	1	= 10,20

Die in Tabelle 10 angegebenen Werte bezeichnen den prozentuellen Anteil der Dauer eines Entwicklungsstadiums an der Gesamtentwicklungsdauer. Die Versuche wurden bei 23 bzw. 27,5° C konstanter Temperatur durchgeführt.

Als das am längsten dauernde Entwicklungsstadium erwies sich das Eistadium, das über 40 % der Gesamtentwicklungsdauer in Anspruch nahm. Als nächstes folgt das Larvenstadium mit 13 % und das dritte Ruhestadium mit 10 bis 12 % der Gesamtentwicklungsdauer. Die übrigen Stadien waren etwa gleich lang mit rund 7 bis 10 %.

7. Eiablage

Wenige Tage nach dem Erscheinen auf den Blättern im Frühjahr beginnen die Winterweibchen mit der Ablage der Eier. Gleichzeitig wird ein Gespinst angelegt, das die Eier schließlich ganz überdeckt, und unter dem sich auch die Weibchen aufhalten. Die Weibchen der



Abb. 20. Apfelblatt mit Eiern von *Eotetranychus pomi* u. sp.

folgenden Generationen beginnen nach einer Praeovipositionszeit mit der Ablage der Eier. Zu diesem Zweck werden im allgemeinen frische, unbefallene Blätter aufgesucht. Diese Maßnahme darf in gewissem Sinne als „Brutpflege“ angesehen werden, denn sie verschafft den, im Vergleich zu den Imagines, nur wenig beweglichen Larven und Protonymphen die Möglichkeit, unter optimalen Nahrungsverhältnissen aufzuwachsen. Die Eier werden neben der Mittelrippe bzw. neben den sekundären Blattadern in einer Reihe abgelegt und übersponnen (Abb. 20). Dieses Bild ist für die Eiablage von *E. pomi* charakteristisch.

In gleichlaufenden Versuchen wurden in den beiden Jahren sowohl im Laboratorium als auch im Freiland Praeovipositionszeit, Zahl der abgelegten Eier pro Weibchen, Zahl der maximal pro Tag abgelegten Eier, Dauer der Eiablage und gleichzeitig die Lebensdauer der weiblichen Imagines ermittelt.

Die in den folgenden Tabellen angeführten Werte stellen das Mittel aus jeweils 10 bis 15 Einzeluntersuchungen dar. Die entsprechenden Tabellen wurden im Institut hinterlegt.

a) Laboratorium 1953

Die mittlere Lebensdauer der weiblichen Imagines betrug bei der ersten Generation 40 Tage und erreichte für die dritte Generation ein Minimum von 32 Tagen. Mit der höchsten Lebensdauer der Weibchen der ersten Generation im Vergleich zu den übrigen Generationen korrespondierte ein Maximum in der Zahl der Eiablagetage und der abgelegten Eier von 43,3, das entspricht einer durchschnittlichen Ablage von 1,2 Eiern pro Tag. Die Weibchen der dritten Generation lebten nur 32 Tage, legten jedoch in 28 Tagen 42 Eier ab, das sind 1,5 Eier pro Tag. Die übrigen Werte bewegen sich zwischen diesen Extremen. Die Zahlen der fünften Generation blieben bei dieser Betrachtung unberücksichtigt, da sich nur etwa 30 % der Weibchen an der Eiablage beteiligten. Das Maximum der Eiablage pro Tag, welches von den Winterweibchen mit 4 Eiern erreicht wurde, fiel im Laufe der Vegetationsperiode auf 2 bei den letzten Generationen (Tabelle 11).

Als temperaturabhängig erwies sich die Praeovipositionszeit, die von 3,3 bzw. 3 Tagen in den Monaten Juni und Juli auf 5,6 Tage in den kälteren Spätsommermonaten anstieg.

Tabelle 11: Eiablagetätigkeit der Weibchen in den Laboratoriumsversuchen 1953 (Durchschnittswerte)

	Beginn der Eiablage am	Zahl der abgelegten Eier	Durchschnittl. Eiablage pro Tag	Dauer der Eiablage Tage	Max. pro Tag	Praeovipositionszeit Tage	Lebensdauer Tage
Eiablage der Winterweibchen	16. 4.	43	1,4	31	4	3,3	
Eiablage der 1. Generation	11. 5.	43,3	1,2	35	3	3	40
Eiablage der 2. Generation	8. 6.	40	1,3	30	3	3	36
Eiablage der 3. Generation	1. 7.	42	1,5	28	3	3,25	32
Eiablage der 4. Generation	2. 8.	38,6	1,23	32	3	5,6	38,7
Eiablage der 5. Generation	4. 9.	32,5	1	27	2		32,5

b) Laboratorium 1954

Die mittlere Zahl der abgelegten Eier stieg anfänglich sehr rasch an, erreichte ihr Maximum im Juni mit 68 und fiel in den folgenden Monaten erst langsamer, dann rascher ab.

Das Maximum der von den Winterweibchen pro Tag abgelegten Eier betrug 6; diese Zahl sank in der fünften Generation schließlich auf ein Ei pro Tag ab. Die Praeovipositionszeit lag bei der ersten Generation bei 2,4 Tagen, hielt sich bis Juni etwa unverändert, um dann mit den abnehmenden Temperaturen bedeutend höher zu werden (Tabelle 12).

Die längste Lebensdauer hatten die Weibchen der zweiten Generation mit 46 Tagen aufzuweisen. Trotz einer Eiablagetätigkeit von 42 Tagen wurden nur 67 Eier, gleich 1,54 Eier pro Tag, abgelegt. Dagegen kamen die Winterweibchen bei einer nicht feststellbaren Lebensdauer für die Eiablage nur auf 26 Tage, legten jedoch durchschnittlich 2,2 Eier pro Tag ab. Die Lebensdauer der Weibchen verschiedener Generationen ist geringen Schwankungen unterworfen und beträgt minimal 38, maximal 46 Tage.

Die Zahlen der durchschnittlichen Eiablage pro Tag sind bei den Winterweibchen in den beiden Jahren größer als bei den folgenden Generationen. Nur die dritte Generation liegt 1953 unwesentlich höher. Das Maximum der abgelegten Eier pro Tag wurde in beiden Jahren von den Winterweibchen erreicht.

Tabelle 12: Eiablagetätigkeit der Weibchen in den Laboratoriumsversuchen 1954 (Durchschnittswerte)

	Beginn der Ei- ablage am	Zahl der abgelegten Eier	Durchschnittl Eiablage pro Tag	Dauer der Ei- ablage Tage	Max. pro Tag	Praeovi- positionszeit Tage	Lebens- dauer Tage
Eiablage der Winterweibchen	11. 5.	56	2,2	26	6		
Eiablage der 1. Generation	2. 6.	68	1,8	39	4	2,4	43,5
Eiablage der 2. Generation	25. 6.	67	1,54	42	4	2,4	46
Eiablage der 3. Generation	23. 7.	66	1,76	38	5	2,7	42
Eiablage der 4. Generation	10. 8.	58,4	1,62	36,5	4	3,5	42,3
Eiablage der 5. Generation	19. 9.	24	0,7	31	1	6,8	38

Sowohl 1953 als auch 1954 konnte das durchschnittliche Maximum der Eiablage bei der ersten Generation festgestellt werden, darauf folgt ein Absinken der Eizellen. Die Weibchen der fünften Generation legten in beiden Jahren die geringste Zahl der Eier, hatten die geringste durchschnittliche Eiablage pro Tag zu verzeichnen und schließlich auch das geringste Tagesmaximum.

Aus dieser kurzen Zusammenstellung geht hervor, daß die Tendenz in beiden Jahren dieselbe war. Die geringen Abweichungen sind durch Veränderungen der Temperaturverhältnisse zu erklären. Absolut gesehen liegen die 1954 erhaltenen Werte über denen des Vorjahres: sowohl die Zahl der abgelegten Eier, die durchschnittliche Eiablage pro Tag, als auch das Maximum der pro Tag abgelegten Eier.

Wie schon im Abschnitt „Entwicklungsdauer“ erwähnt, lagen die Temperaturen 1954 bei den Laboratoriumsversuchen über denen des Jahres 1953. Dieser Umstand erklärt die Tatsache, daß 1954 mehr Eier abgelegt wurden als 1953.

Die Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnisse sind aus den Abbildungen 17 bis 19 ersichtlich.

c) Freiland 1953

Die mittlere Zahl der abgelegten Eier stieg im Laufe des Sommers und erreichte bei der dritten Generation die Zahl 40 pro Weibchen. Diese Steigerung der Eizahl kam nicht durch eine länger andauernde Eiablagezeit, sondern durch eine erhöhte durchschnittliche Eiablage pro Tag, die durch günstige Temperaturverhältnisse bedingt war, zu-

Tabelle 13: Eiablagetätigkeit der Weibchen in den Freilandversuchen 1953 (Durchschnittswerte)

	Beginn der Ei- ablage am	Zahl der abgelegten Eier	Durchschnittl. Eiablage pro Tag	Dauer der Ei- ablage Tage	Max. pro Tag	Praeovi- positionszeit Tage	Lebens- dauer Tage
Eiablage der Winterweibchen	28. 4.	34	1,2	29	4	4,3	
Eiablage der 1. Generation	4. 6.	35,8	1	32	2	3,4	38
Eiablage der 2. Generation	4. 7.	36,7	1,2	31	3	3,6	36
Eiablage der 3. Generation	1. 8.	40	1,3	30	3	5,3	34,5
Eiablage der 4. Generation	4. 9.	24,6	0,74	33	1		42

stande. Die dritte Generation begann Anfang August. Wie aus der Fig. 14 hervorgeht, zeichnete sich dieser Monat durch eine erhöhte Temperatur und geringere Niederschläge aus, dadurch erreichten die Weibchen dieser Generation eine maximale durchschnittliche Eiablage von 1,3 Eiern pro Tag.

Die Winterweibchen hatten die kürzeste Eiablagedauer von 29 Tagen, mit einem Maximum von 4 Eiern pro Tag (Tabelle 13).

Die maximale Ablage pro Tag schwankte zwischen 2 und 4 Eiern. Die aus diesen Eiern hervorgegangenen Weibchen begannen nach einer Praeovipositionszeit, deren Dauer zwischen 3,4 und 5,3 Tagen lag, erneut mit der Eiablage.

Die Lebensdauer der Imagines nimmt mit fortschreitendem Sommer ab, bedingt durch die höhere Temperatur, sie sank bei der dritten Generation auf 34,5 Tage, im Gegensatz zur ersten Generation, bei der sie 38 Tage dauerte. Es konnte festgestellt werden, daß bei günstigen Temperaturen im Ganzen mehr Eier abgelegt werden, und zwar infolge einer höheren durchschnittlichen Eiablage pro Tag, nicht einer längeren Dauer der Eiablage.

Ein Teil der Weibchen der vierten Generation, deren Hauptmasse in die Winterlager abwanderte, schritt noch im selben Jahr zur Eiablage; da es sich jedoch nur um drei von allen beobachteten Tieren handelte, und da die aus den Eiern schlüpfenden Jugendstadien ihre Entwicklung nicht mehr beenden konnten, kann man nicht von einer partiellen fünften Generation sprechen. Die Zahl der abgelegten Eier betrug nur 24,6 pro Tier, die durchschnittliche Eizahl pro Tag 0,74 und das Maximum der pro Tag abgelegten Eier lag bei einem.

d) Freiland 1954

Die Freilandversuche 1954 wurden in der gleichen Art und Weise durchgeführt, wie die im Jahre 1953. Es traten nur drei Generationen gegenüber vier Generationen des Vorjahres auf.

Die Winterweibchen begannen am 12. Mai mit der Eiablage, also 14 Tage später als 1953. Diese Verzögerung hielt sich während der gesamten Vegetationsperiode und machte im Verein mit den kühlen Temperaturen des Sommers 1954 das Auftreten einer vierten Generation unmöglich.

Die höchste Gesamtzahl der abgelegten Eier erreichten die Weibchen der zweiten Generation mit 38,9, bei einem Tagesdurchschnitt von 0,87. Die höchste Eizahl je Tag lag zwischen 2 und 4.

Die Praeovipositionszeit betrug bei der ersten Generation 3,6 und bei der zweiten Generation 4,8 Tage (Tabelle 14).

Die Gesamtzahl der abgelegten Eier war 1953 wegen der höheren Generationszahl größer als 1954. Im zweiten Versuchsjahr hatten die Weibchen eine längere Lebensdauer und auch eine längere Dauer der

Tabelle 14: Eiablagetätigkeit der Weibchen in den Freilandversuchen 1954 (Durchschnittswerte)

	Beginn der Ei- ablage am	Zahl der abgelegten Eier	Durchschnittl. Eiablage pro Tag	Dauer der Ei- ablage Tage	Max. pro Tag	Praeovi- positionszeit Tage	Lebens- dauer Tage
Eiablage der Winterweibchen	12. 5.	36	1,15	32	4	3,6	
Eiablage der 1. Generation	16. 6.	38	1	38,1	2		43,2
Eiablage der 2. Generation	23. 7.	38,9	0,87	46,6	2	4,8	53

Legetätigkeit. Die Winterweibchen legten 1954 drei, die Weibchen der ersten Generation 6, und die der zweiten Generation 15,6 Tage länger Eier ab. Die Zahl der je Tag abgelegten Eier war in beiden Jahren ungefähr gleich.

Die Gesamtlebensdauer war 1954 für die erste Generation 43,2, und für die zweite 53 Tage, also in beiden Fällen wesentlich höher als 1953.

8. Verhalten der Imagines

a) Besiedlung des Blattes, Lichtreaktion und Nahrungsaufnahme

Die gelbe Apfelspinnmilbe hält sich vornehmlich auf der Blattunterseite auf. Diese Eigenschaft ist beim Männchen weniger ausgeprägt als beim Weibchen, da die Männchen viel beweglicher und schneller sind. Nur ganz selten wurde beobachtet, daß einzelne Weibchen sich auf der Blattoberseite aufhielten, dort ihr Gespinst anfertigten und ihre Eier ablegten. Die Erscheinung, daß sich die Milben auch auf der Blattoberseite aufhalten, wurde im Laboratorium häufiger als im Freiland festgestellt, da die Töpfe hier nicht dem grellen Sonnenlicht ausgesetzt waren. Im Freiland wurden vor allem solche Blätter auf der Oberseite besiedelt, die durch ein anderes darüberstehendes Blatt geschützt waren.

Während der Nacht scheinen die Tiere ruhig und bewegungslos zu sitzen und nur selten Nahrung aufzunehmen. Bei Nachtkontrollen begannen die Tiere beim Einschalten des zur Beobachtung notwendigen Lichtes sich zu bewegen. Wurde das Licht ausgemacht, blieben sie wieder bewegungslos sitzen. Die Häutung der Jugendstadien findet häufiger nachts statt als am Tage.

Regen wirkt sich auf den Populationsverlauf der gelben Apfelspinnmilbe ungünstig aus, sehr günstig sind dagegen heitere, regenfreie und milde Tage.

Bei der Nahrungsaufnahme steht die Milbe mit allen vier Beinpaaren auf dem Blatt, allerdings unter starker Streckung der hinteren beiden, so daß der Körper hinten stark emporgehoben wird, während die Mundteile beinahe senkrecht zur Blattfläche stehen.

Die gelbe Apfelspinnmilbe besitzt Spinnvermögen, das bei allen beweglichen Stadien vorhanden ist. Jedoch ist diese Eigenschaft beim Männchen viel weniger ausgebildet als beim Weibchen. Auf einem Blatt isolierte Männchen können kein dichtes Gespinst anfertigen.

Die Weibchen, die sich auf einem Blatt befinden, spinnen gemeinsam oder allein ein dichtes Gewebe. Diese Gespinste verhindern, daß die Tiere durch den Wind verweht werden und bieten bis zu einem gewissen Grad Schutz gegen Regen.

b) Begattung

Unmittelbar nachdem die Tiere aus dem dritten Ruhestadium geschlüpft sind, sind sowohl Weibchen als auch Männchen geschlechtsreif, und die Kopulation findet statt. Hierbei schiebt sich das Männchen unter den Hinterleib des Weibchens und klammert sich mit dem I. und II. Beinpaar zwischen dem II. und III. Beinpaar des Weibchens an. Mit dem III. und IV. Beinpaar hält es sich an der Blattunterlage fest. Nun erhebt das Männchen sein Abdomen nach oben, und die Kopulation erfolgt. Die Begattung dauert 2 bis 4 Minuten. Sie nimmt nie eine längere Zeit in Anspruch. Dann löst sich das Männchen vom Weibchen und versucht nach einigen Minuten eine erneute Begattung, der sich jedoch das Weibchen entzieht. Oft kann man beobachten, daß eine weibliche Deutochrysalis durch mehrere Männchen bewacht wird, wobei es zwischen diesen häufig zum Kampf kommt und eines das andere zu verdrängen sucht. Das zuletzt verbleibende Männchen ist dem Weibchen beim Abstreifen der Haut behilflich, und die Begattung erfolgt oft schon, ehe das Weibchen völlig aus der Hülle geschlüpft ist. Die Männchen bevorzugen frisch geschlüpfte Weibchen. Auf ein Blatt, auf dem sich mehrere fertige Weibchen und eine weibliche Deutochrysalis befanden, wurde ein Männchen zugesetzt und es konnte beobachtet werden, daß dieses sich sofort der weiblichen Deutochrysalis näherte, wobei es auf dem kürzesten Wege zu dieser zu gelangen suchte. Wird das Männchen daraufhin entfernt, indem man es auf die Blattoberseite setzt, so zeigt es ein deutliches Bestreben, wieder zu dem weiblichen Tier zu gelangen. Der starke Drang des Männchens nach dem Weibchen zeigt sich vor allem in den Sommermonaten und gegen Ende des Herbstes. Die Beobachtung einer Bevorzugung der weiblichen Deutochrysalis durch die Männchen liegt auch für andere Spinnmilbenarten vor. Verschiedene Autoren erklären dies mit einem Geruch, der von der ersten ausgehen soll. Im Spätherbst, wenn die Anzahl der Männchen die der Weibchen über-

steigt, wird die weibliche Deutochrysalis oft von 2 bis 3 Männchen umlagert, und in dieser Zeit kann es zur Begattung derselben und sogar zur Kopulation der Deutonymphe kommen. Begattung alter Weibchen fand statt, wenn sich auf dem Blatt keine frischgeschlüpften befanden. Auf einigen Blättern, auf denen sich aus den Eiern unbefruchteter Weibchen nur männliche Tiere entwickelt hatten, fand Begattung zwischen Muttertier und einem Männchen statt.

c) Parthenogenese und Verhältnis zwischen Weibchen und Männchen

Bei *Eotetranychus pomi* n. sp. war auch parthenogenetische Fortpflanzung festzustellen. Die Weibchen, die vom Ei und Larvenstadium an isoliert wurden und demzufolge einwandfrei unbefruchtet waren, legten wie normal Eier ab, aus denen sich aber nur Männchen entwickelten. Dieses Ergebnis zeigten alle Versuche, gleichgültig, zu welcher Jahreszeit und bei welchen klimatischen Verhältnissen sie durchgeführt wurden.

Im Gegensatz zu *Metatetranychus ulmi* (Andersen 1947), bei der die parthenogenetische Fortpflanzung zwar möglich ist, praktisch aber nicht vorkommt, ist sie bei *E. pomi* n. sp. im Frühjahr die Regel. Aus den von den befruchteten Winterweibchen abgelegten Eiern entwickeln sich überwiegend weibliche Tiere, wie aus Beobachtungen und Auszählungen hervorgeht. Das Verhältnis von Weibchen : Männchen ist 7:1.

Diese Weibchen bleiben infolge der geringen Anzahl von Männchen zum großen Teil unbefruchtet und pflanzen sich parthenogenetisch fort.

Zacher (1921) konnte das gleiche bei *Eotetranychus telarius* L. auf Linde feststellen.

Dadurch, daß aus den unbefruchteten Eiern ausschließlich Männchen hervorgehen, ändert sich das Verhältnis von ♀♀ : ♂♂ im Juli auf 1,5 : 1. Im Herbst, und vor allem im Spätherbst, entsteht dann ein Verhältnis von 0,7 : 1, welches durch regelmäßige Auszählungen ermittelt wurde. Die Lebensdauer der befruchteten und unbefruchteten Weibchen ist etwa gleich, und ebenso die Anzahl der von ihnen abgelegten Eier. Die Praeovipositionszeit ist jedoch bei den unbefruchteten Weibchen um 0,5 bis 2 Tage kürzer als die der befruchteten.

d) Lebensdauer der männlichen Imagines

Die Lebensdauer der männlichen Imagines von *Eotetranychus pomi* n. sp. ist temperaturabhängig, dementsprechend im Frühjahr und im Herbst länger als im Sommer.

Die natürliche Mortalität konnte auf isolierten Blättern nur selten ermittelt werden, da die sehr lebhaften Männchen sich nicht unter dem Gespinst aufhielten und daher sehr leicht abfielen. Sie gerieten

auch leichter in den zur Absperrung dienenden Vaselinegürtel, in dem sie vorzeitig zugrunde gingen. In Käfige eingesperrte Männchen hatten im Frühjahr eine durchschnittliche Dauer des Imaginalstadiums von 15 Tagen. Von 20 Versuchstieren erreichten 3 Männchen mit 22, 23 und 27 Tagen die höchste Lebensdauer. Im Sommer sank die durchschnittliche Lebenszeit auf 9,8 Tage und stieg wieder im September bis auf 14,4. Die kürzeste Lebensdauer hatten die Männchen im Spätherbst, durchschnittlich 7,3 Tage, da sie nach wenigen Kopulationen absterben.

9. Überwinterung

Schon Ende August fallen auf den Blättern solche weiblichen Deutonymphen und Imagines auf, die sich in der Farbe von den anderen Milben auf demselben Blatt unterscheiden. Sie sind grün bis gelb-grün gefärbt. Obwohl die Blätter zu diesem Zeitpunkt noch grün sind und Saft vorhanden ist, nehmen die Tiere keine Nahrung mehr auf, sondern beginnen unruhig hin und her zu laufen. Sie begeben sich von den Blättern auf die Zweige und wandern schließlich stammabwärts. Das Spinnvermögen wird bei diesen Milben geringer. Mit fortschreitender Jahreszeit wird der Anteil dieser Individuen an der Gesamtzahl der Weibchen immer größer. Gegen Herbstende sind auf den Blättern nur noch selten Sommerweibchen zu finden. Die Tabelle 15 belegt diese Beobachtung. Die Werte wurden durch Auszählungen von je 100 Blättern gewonnen:

Tabelle 15: Verhältnis von Sommer- zu Winterweibchen 1953

Datum	Wint. ♀♀	Som. ♀♀	Eier	Andere Stadien
20. 8.	14	183	312	850
1. 9.	82	158	308	697
10. 9.	133	132	423	684
20. 9.	180	93	208	423
30. 9.	176	71	145	281
10. 10.	173	68	68	213
20. 10.	28	6	14	24

Die Milben, die das Blatt verlassen, wandern stammabwärts. Bei Milben auf jüngeren Bäumen ist diese Eigenschaft in erhöhtem Maße vorhanden, was vielleicht daher rührt, daß die Stämme junger Bäume glatt sind und die Milben sichere und geschützte Winterquartiere suchen. Als Ort für die Überwinterung werden hauptsächlich Risse in den Stammachseln aufgesucht. Auch in sekundären Baumachseln bis etwa 50 bis 80 cm von der Baumspitze entfernt waren Winterquartiere zu finden, aber die Zahl der hier überwinternden Milben war relativ geringer.

In Winterquartieren, die in großen Rissen in den Hauptachseln lagen, waren oft 700 bis 1300 Tiere zu finden. In den wesentlich kleineren Lagern, die sich höher am Baum befanden, betrug die Zahl pro Lager nur 10 bis 30 Tiere. Auch bei großen Ansammlungen konnte nie ein dichtes Gespinst bemerkt werden. Bei älteren Bäumen wurden auch Verstecke unter Moosen und Flechten bezogen.

In Winterlagern auf Bäumen, die auch mit *Tetranychus viennensis* Zacher besetzt waren, fanden sich neben den orangegelben *Eotetranychus pomi* n. sp. die scharlachroten Winterweibchen der ersteren Art.

Bei Bäumen, auf denen neben der gelben Apfelspinnmilbe die Raubmilbe *Mediolata mali* Ewing vorkam, überwintert auch diese Art zusammen mit *E. pomi* n. sp.

Bemerkenswert ist die große Widerstandsfähigkeit von *E. pomi* n. sp. gegen niedere Temperaturen. Im Jahre 1953 lagen die Temperaturminima am 21. Januar und 18. Februar bei $-12,5^{\circ}\text{C}$ bzw. $-14,8^{\circ}\text{C}$, und im Jahre 1954 am 31. Januar und 1. Februar, also an zwei aufeinanderfolgenden Tagen bei $-14,8$ bzw. $-16,8^{\circ}\text{C}$. In beiden Jahren wurden jeweils zwei Tage nach dem Auftreten dieser Temperaturminima einige Winterlager gesammelt und ins Laboratorium gebracht. Nach Untersuchung unter dem Binokular war festzustellen, daß durch die Kälte keine Tiere eingegangen waren.

Im Jahre 1953 wurde das erste Winterlager, das 42 orange-gelbe Weibchen beherbergte, am 25. September und im Jahre 1954 das erste mit 23 Winterweibchen am 8. September gefunden.

Sowohl im Jahre 1953 als auch im Jahre 1954 war das Laub zu diesem Zeitpunkt noch grün, und noch einige Wochen später wurden auf den Blättern desselben Baumes viele Männchen, Jugendstadien und auch Weibchen der vorhergehenden Generation angetroffen, die Nahrung aufnahmen und sich normal verhielten. Neu abgelegte und in der Entwicklung bereits fortgeschrittene Eier bewiesen, daß noch eine Fortpflanzung stattfand.

Aus oben Gesagtem geht hervor, daß für die Abwanderung nicht nur ein direkter Nahrungsmangel verantwortlich sein kann. Das beweist die Tatsache, daß zu demselben Zeitpunkt, zu dem die Weibchen einer Generation ins Winterlager abwandern, die Weibchen der vorhergehenden noch Eier ablegen. Dagegen kann durch künstliche Schaffung von absolutem Nahrungsmangel die vorzeitige Abwanderung erzwungen werden, wie durch Versuche im Laboratorium gezeigt werden konnte.

Getopfte Apfelbäumchen wurden so spärlich gegossen, daß schon im August die Blätter dürr wurden. Die Weibchen der vierten Generation (im Laboratorium) zeigten den Farbumschlag zur Winterform und wanderten stammabwärts.

Selbst wenn die abwandernden Tiere auf frische Blätter umgesetzt wurden, nahmen sie keine Nahrung mehr auf, woraus hervorgeht, daß dieser Vorgang irreversibel ist.

So muß die Frage nach der Ursache für den Anstoß zur Abwanderung in das Winterlager offen gelassen werden.

Im Herbst wurden einige Male trockene Blätter, die schon abgeworfen waren, im Laboratorium untersucht. Auf diesen Blättern waren weder Imagines noch jüngere Milben, wohl aber Ruhestadien und Eier zu finden. Dagegen waren die am Baum sitzenden grünen Blätter noch mit sämtlichen Stadien belegt. Daraus kann man schließen, daß die aktiven Milben wahrscheinlich die Blätter verließen, bevor diese ganz verdorrten und abfielen.

In untersuchten Winterlagern wurden keine Männchen gefunden, woraus hervorgeht, daß nur die Weibchen überwintern, während die Männchen vorher absterben.

Weibchen, die im Februar aus dem Winterlager geholt und im Laboratorium bei 22° C und genügendem Licht auf frische Blätter umgesetzt wurden, nahmen trotz dieser günstigen Bedingungen keine Nahrung auf, sondern versuchten, von den Blättern abzuwandern. Waren diese durch einen Vaselinegürtel isoliert, so sammelten sich die Milben in einer Blattecke vor diesem Hindernis, wo sie sich vollkommen ruhig verhielten. Dieses Verhalten der Tiere bewies, daß sie ihre Winterruhe noch nicht beendet hatten.

10. Massenwechsel

Wie aus den Versuchen zur Biologie von *Eotetranychus pomi* n. sp. hervorgeht, wird die Entwicklungsgeschwindigkeit und die Populationshöhe der gelben Apfelspinnmilbe durch die Temperatur in sehr starkem Maße beeinflusst (siehe Abschnitt 6). So ist es zu erklären, daß ungünstige klimatische Verhältnisse, besonders niedrige Temperaturen, die Dauer der Entwicklung einzelner Stadien bzw. auch einer Generation stark verlängern kann.

Um Unterlagen über den Populationsverlauf von *E. pomi* n. sp. zu erhalten, wurde in den Jahren 1953 und 1954 von dem gleichen Apfelbaum im Abstand von 10 Tagen je 50 Blätter entnommen und auf den Milbenbesatz ausgezählt. Die Kurven, die mit diesen Werten dargestellt wurden, sind aus Abb. 21 ersichtlich. Die Ordinate gibt die Tage der Kontrollen an, und die Abzisse die jeweils ausgezählten Milben.

Im Jahre 1953 erschienen die ersten Weibchen am 20. April aus dem Winterlager. Die Abwanderung war etwa bis zum 5. Mai beendet. Die Eiablage setzte am 28. April ein. Die Zahl der Imagines und Eier stieg sehr rasch an und erreichte bereits am 20. Mai mit rund 10 Stadien pro Blatt einen ersten Höhepunkt. Obwohl die Temperatur eine stei-

gende Tendenz zeigte (siehe Abb. 14 und 16), sich also in einem für die Milben günstigen Sinne entwickelte, fällt die Populationskurve vom 20. Mai bis zum Beginn des zweiten Junidrittels auf durchschnittlich 5,6 Stadien pro Blatt ab. Dieser Abfall wurde durch die natürliche Alters-Mortalität der Imagines, das Aufhören der Eiablage, Abspülen durch Regen verursacht.

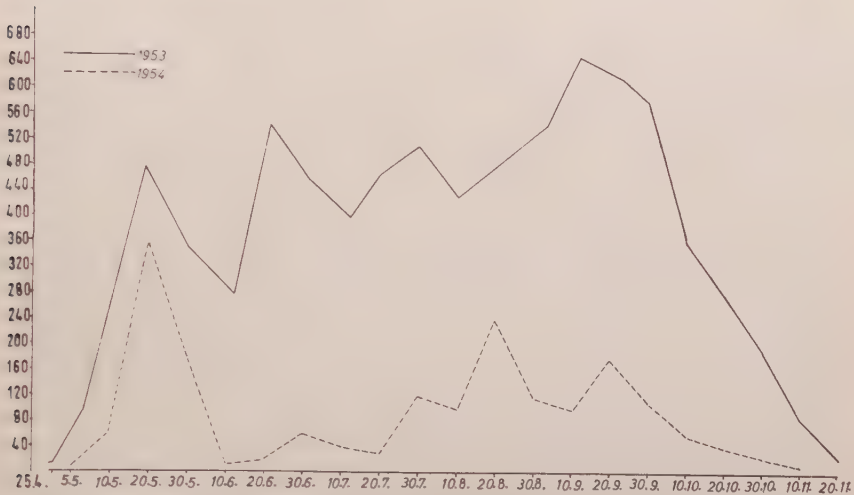


Abb. 21. Populationsverlauf von *Eotetranychus pomi* u. sp. 1953 und 1954 (Anzahl der Milben einschl. Eier auf 50 Blättern)

Mit dem Einsetzen der zweiten Generation, etwa vom 12. Juni ab, stiegen die Zahlen wieder sehr rasch an und erreichten zum Beginn des letzten Junidrittels mit durchschnittlich 11 Stadien pro Blatt einen erneuten Höhepunkt. Der dann einsetzende Abfall hält bis Mitte Juli an. Infolge der reichlichen Niederschläge des Monats Juli wurde bei der dritten Generation, die Anfang Juli begann, nur ein leichter Anstieg hervorgerufen. Dagegen brachte die am 1. August begonnene vierte Generation infolge der im August bis September sich sehr günstig entwickelnden Witterungsbedingungen, hohe Temperatur und geringe Niederschlagstätigkeit, noch einmal einen kräftigen Anstieg der Zahlen und erreichte durchschnittlich 13 Stadien pro Blatt. Ab Beginn des zweiten Septemberdrittels setzte der endgültige Abfall der Kurve ein, verursacht durch das Einstellen der Vermehrung, natürliche Mortalität, Absterben der Männchen, das Abwandern der Weibchen in die Winterlager und den Einfluß der natürlichen Feinde.

Die Kurve des Jahres 1954 zeigt die Werte von demselben Baum, die auf die gleiche Weise gewonnen wurden. Sie hat im großen und ganzen

einen ähnlichen Verlauf, nur daß sie infolge der ungünstigeren Witterungsbedingungen wesentlich tiefer liegt. Vor allen Dingen die niedrigeren Temperaturen der Monate April und Mai (siehe Fig. 15 und 16), verstärkt durch vermehrte Niederschläge waren die Folge davon, daß die Zahlen der Stadien der ersten Generation 1954 geringer waren und diese somit für die Weiterentwicklung eine schlechte Ausgangspopulation darstellt.

1954 erschienen die ersten Winterweibchen wesentlich später als im Vorjahre, nämlich etwa am 5. Mai. Während zu Beginn des letzten Maidrittels 1954 nach beendeter Abwanderung aus dem Winterlager pro Blatt rund sieben Stadien (Weibchen und Eier) gezählt wurden, nahm diese Zahl bis zum 10. Juni fortlaufend ab. Die Gründe, die für diesen Abfall verantwortlich gemacht werden, sind dieselben wie im Vorjahre, nur daß sich der Faktor Witterung noch stärker bemerkbar machte und die Population auf einen Bestand von zwölf Stadien pro 50 Blatt absank. Infolge dieser Ausgangszahl brachte die zweite Generation nur einen leichten Anstieg der Population, weil die klimatischen Bedingungen im Juni-Juli 1954 trotz geringer Niederschläge in diesen beiden Monaten auch ungünstiger waren als im Vorjahre. Damit war nicht mehr die Möglichkeit einer Übervermehrung im August-September wie beispielsweise im Vorjahre gegeben. Zwar stieg die Kurve mit beginnender dritter Generation bis zum 20. August ziemlich steil an, im Durchschnitt 4,8 Stadien pro Blatt, eine Folge der durch etwas günstigere Witterungsbedingungen angeregten Eiablagetätigkeit der Weibchen der zweiten und auch vereinzelt der ersten Generation. Absolut gesehen liegt dieser Höhepunkt jedoch äußerst niedrig und erreicht weder die Höhe vom 20. Mai desselben Jahres, noch den Stand vom gleichen Zeitpunkt des Vorjahres. Das zweite Septemberdrittel bringt noch einmal einen geringen Anstieg, dem jedoch ein rasches Absinken der Zahlen aus den oben schon erwähnten Gründen folgt.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß nach den in den beiden Versuchsjahren gemachten Beobachtungen für den Populationsverlauf von *E. pomi* n. sp. folgendes gilt: Ungünstige klimatische Bedingungen in den Monaten Mai und Juni behindern die Vermehrung der gelben Apfelspinnmilbe in solchem Maße, daß ernsthafte Schäden im August-September nicht zu befürchten sind.

11. Schadbild

Das Anfangsstadium des Befalls eines Blattes durch die gelbe Apfelspinnmilbe ist rein makroskopisch an der Anwesenheit eines Gespinnstes erkennbar. Es wird hauptsächlich entlang der Mittelrippe und an den Basen der stärkeren Nebenrippen angefertigt. Die Milben

sitzen unter dem Gespinst, welches sie auch zur Nahrungsaufnahme nicht verlassen. Daraus geht hervor, daß der Hauptschaden entlang der Haupt- bzw. der stärkeren Nebenrippen auftritt. Die Stichstellen erscheinen durch die einströmende Luft als weiße Pünktchen und geben dem Blatt bei starkem Befall ein gesprenkeltes Aussehen.

Durch die Verletzung der Cuticula bzw. der Epidermis wird die Transpiration erhöht und die Blätter rollen sich ein. Ganze Zellpartien im Inneren des Blattes sterben ab, und es zeigen sich auf der Blattoberseite erst hellbraune, später sich dunkelbraun verfärbende Streifen. Mikroskopisch lassen sich beim Schnitt durch das Blatt parallel zur Oberfläche im Parenchym und auf den Adern braune Punkte erkennen, welche die Anstichstellen der Milben darstellen.

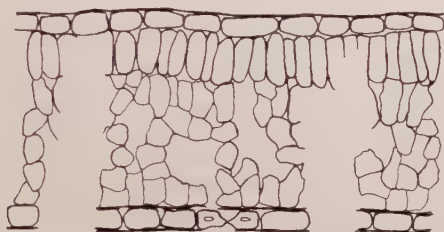


Abb. 22. Querschnitt durch ein von der gelben Apfelspinnmilbe beschädigtes Apfelblatt

Im Blattquerschnitt zeigt sich, daß die Zellen der unteren Epidermis durch den Stich zerrissen werden, so daß sich eine Verletzung bildet, die sich bis in das Schwamm- und Palisadenparenchym fortsetzt (Abb. 22). In einzelnen Fällen wurde eine Zerstörung der Zellen des Palisadenparenchyms, ja sogar der oberen Epidermis festgestellt.

Der Umfang und die Höhe des Schadens, der durch den Saugakt der gelben Apfelspinnmilbe verursacht wird, ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Die meiste Bedeutung kommt naturgemäß der Zahl der vorhandenen Milben zu. Weiterhin spielen aber auch die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse eine Rolle, insofern, als der Schaden durch Trockenheit und Hitze noch verstärkt wird, weil der Baum nicht in der Lage ist, die Transpiration zu regulieren, wie er das normalerweise tut.

Wie oben beschrieben wurde, ist die Höhe des Schadens von verschiedenen Faktoren abhängig. Es ist natürlich schwierig, wenn nicht unmöglich, eine kritische Befallszahl zu nennen. Es erwies sich jedoch, daß in den Monaten Juni bis September unter normalen Umständen die Blätter sich bei einem Besatz von etwa 50 Milben einrollen. Ob-

wohl solche Blätter von den Milben zur weiteren Eiablage nicht mehr benützt werden, trocknen sie doch ein und fallen vorzeitig ab. Dadurch wird der Baum geschwächt und bildet nur kleine und schlechte Früchte aus. Weiterhin kann sich ein starker Milbenbefall durch schlechte Ausbildung des Fruchtholzes auf die Erntehöhe des folgenden Jahres auswirken.

V. Bekämpfung

Es ist eine Tatsache, daß die gelbe Apfelspinnmilbe nur in ungepflegten, vernachlässigten Obstanlagen vorkommt. Daher ist der Milbe bisher keine Aufmerksamkeit geschenkt worden, und der von ihr angerichtete Schaden blieb unbeachtet. Daß er sehr erheblich sein kann, wurde bereits aufgeführt, und es erscheint unbedingt notwendig, die Möglichkeiten ihrer Bekämpfung ins Auge zu fassen.

Einen Teil der Winterweibchen, die stammabwärts wandern, kann man durch Anlegen eines Wellpappgürtels an den Basen der Hauptäste abfangen. Die Tiere sammeln sich in großer Zahl unter diesen Ringen, um dort zu überwintern, und können im Laufe des Winters mit diesen verbrannt werden.

Durch die Winterspritzung kann die gelbe Apfelspinnmilbe nicht erfaßt werden, da ihre Winterverstecke so verborgen liegen, daß sie von der Spritzbrühe nicht erreicht werden.

Vorbereitende Tastversuche im Laboratorium deuteten auf eine große Empfindlichkeit der Milben gegen chemische Mittel hin. Daher wurden während der Vegetationsperiode 1953 gegen die gelbe Apfelspinnmilbe im Freiland Bekämpfungsversuche mit den verschiedensten Mitteln durchgeführt. Das im Obstbau viel verwendete Phosphorsäureesterpräparat E 605 forte der Farbenfabriken Bayer zeigte nach einem Tage zwar einen gewissen Anfangserfolg, reichte aber durch seine geringe Dauerwirkung zur Abtötung der Milben nicht aus. Das bekannte Akarizid Erysit flüssig der Firma Schering war von langsame Wirkungweise, erbrachte aber nach sieben Tagen einen 96 %igen Abtötungserfolg. Von bester Wirkung waren die systemischen Insektizide Systox und Metasystox der Farbenfabriken Bayer, wo bei 0,08- bzw. 0,1 %iger Anwendung bereits nach einem Tage 98 % der beweglichen Milben abgetötet waren. In beiden Fällen war der 100 %ige Erfolg gegen die beweglichen Stadien am dritten Tag zu verzeichnen. Auch bei der Anwendung von Metasystox 0,05 % waren nach drei Tagen 100 % der beweglichen Stadien abgestorben. Der Bekämpfung der gelben Apfelspinnmilbe stellen sich also keine allzu großen Schwierigkeiten entgegen, da wir wirksame Mittel gegen sie an der Hand haben (D o s s e 1954).

VI. Natürliche Feinde

Als natürliche Feinde von *Eotetranychus pomi* n. sp. kommen verschiedene räuberisch lebende Milben und Insekten in Frage.

Besonders einige Raubmilben aus der Familie *Phytoseiidae* (*Typhlodromus* sp.) und eine aus der Familie *Raphignathidae* (*Mediolata mali* Ewing) spielen für den Massenwechsel von *E. pomi* n. sp. eine gewisse Rolle. Bei der Untersuchung der Winterlager konnten diese genannten Räuber immer mit der gelben Apfelspinnmilbe zusammen gefunden werden. Nicht selten waren bis zu 40 % der Milben ausgesaugt. In diesen Fällen waren nur noch die leeren Bälge vorzufinden. Dabei wurde die Zahl der gelben Apfelspinnmilbe in den Winterlagern durch *M. mali* nur unwesentlich reduziert, was darauf zurückzuführen ist, daß dieser Räuber im Winter kein Nahrungsbedürfnis zeigt und nicht aktiv ist. Trotzdem sah man ab und zu ausgesaugte *E. pomi* n. sp., die nur von *Mediolata mali* angegriffen worden sein konnten, weil kein anderer Räuber in ihren Lagern aufzufinden war. Die Vernichtung der Milben in den Winterlagern fällt also hauptsächlich zu Lasten der Raubmilben aus der Gattung *Typhlodromus*, die an warmen Wintertagen agil werden und zu saugen beginnen.

In beachtlichem Maße können *Typhlodromus*-Arten und *M. mali* den Populationsverlauf von *E. pomi* im Laufe des Sommers beeinflussen.

Bei der Auszählung der Blätter wurden immer Raubmilben angetroffen, und stets vorhandene leergesaugte Milben und Eier zeugten von der Tätigkeit dieser Feinde. Es konnte beobachtet werden, daß zwar sämtliche Stadien der gelben Apfelspinnmilbe angegriffen werden, daß jedoch die Eier und die kleineren Stadien, bzw. Ruhestadien bevorzugt werden.

Als weniger wichtig, weil entweder nur in geringer Zahl vorhanden oder weil nur gelegentlich an der gelben Apfelspinnmilbe saugend, erwiesen sich einige Raubinsekten, und zwar *Anthocoriden* und *Coccinelliden*.

VII. Zusammenfassung

Die Untersuchungen umfassen Morphologie, systematische Stellung, geographische Verbreitung, Biologie, Verhaltensweise, Schaden und Bekämpfung einer neuen Spinnmilbenart *Eotetranychus pomi* n. sp. Die Ergebnisse waren folgende:

1. Morphologie

1. Die weibliche gelbe Apfelspinnmilbe ist von länglich-ovaler Form, seitlich leicht eingebuchtet. Die Farbe der Winterweibchen ist orange-gelb, die der Sommerweibchen grün-gelb bis grün mit seitlich durchscheinenden dunklen Flecken. Ihre Länge beträgt im Durchschnitt

0,384 mm und ihre Breite 0,201 mm. Die Empodien sind sechsgespalten. Tarsus 1 besitzt außer den normalen Haaren sechs, Tarsus II fünf Sinneshaare und Tibia I ein Sinneshaar. Die Peritremae sind nach unten gebogen und überwiegend dreikammerig.

2. Die Männchen sind kleiner und schmaler als die Weibchen und in der Färbung etwas heller. Sie sind durchschnittlich 0,288 mm lang und 0,141 mm breit. Die Körperbehaarung gleicht der der Weibchen. Die Behaarung von Tarsus I und II und Tibia I ist verschieden von der der Weibchen. Tarsus I hat acht, Tarsus II fünf Sinneshaare und Tibia 1 ein Sinneshaar. Empodium I ist zwei-, Empodium II viergespalten. Die Peritremae sind kleiner und schmaler als beim Weibchen, die Form ist bei beiden gleich. Der Penis ist einfach gebaut, schlank, stärker oder schwächer gebogen und zeigt in der Mitte eine deutliche Welle.

3. Die Morphologie der einzelnen Stadien wird beschrieben.

4. Um die gelbe Apfelspinnmilbe systematisch eingliedern zu können, wurde ein Vergleich mit den in Deutschland vorkommenden *Eotetranychus*-Arten (*Eotetranychus telarius* L., *E. carpini* Oudms., *E. fagi* Zacher) und den aus Amerika stammenden nahe verwandten Arten (*Eotetranychus carpini borealis* Pritchard und Baker, *E. willamettei* McGregor, *E. uncatatus* Garman, *E. coryli* Reck) durchgeführt. Die Unterscheidungsmerkmale zu all den genannten Arten wurden herausgearbeitet. Die größte Ähnlichkeit besitzt die gelbe Apfelspinnmilbe mit der in Amerika auf Apfel lebenden *E. uncatatus* Garman. Aber auch gegen diese ließ sie sich einwandfrei abgrenzen, so daß es sich bei der gelben Apfelspinnmilbe um keine der bisher beschriebenen *Eotetranychus*-Arten handelt. Aus diesem Grunde wird sie als eine neue Art erachtet und für sie der Name *Eotetranychus pomi* n. sp. vorgeschlagen.

5. Die gelbe Apfelspinnmilbe ist im gesamten Raum Baden-Württemberg aufzufinden. Ihre bisherigen Fundorte werden in einer Karte dargestellt.

2. Biologie

1. *Eotetranychus pomi* n. sp. überwintert als fertiges, begattetes Weibchen. Die Winterquartiere befinden sich vor allen Dingen in den Hauptachsen der Bäume. Die Winterlager werden Ende April bis Mitte Mai verlassen. Das Erscheinen auf den Blättern ist abhängig von der Temperatur.

2. Die gelbe Apfelspinnmilbe durchläuft in beiden Geschlechtern die gleiche Anzahl von Stadien. Zwischen Männchen und Weibchen kann erst vom Deutonymphenstadium an unterschieden werden.

3. Anzahl und Dauer der einzelnen Generationen sind abhängig von der Witterung während der Populationszeit. Die Zahl der Generatio-

nen betrug im Laboratorium in beiden Jahren sechs, im Freiland 1953 vier und 1954 drei.

4. Die Gesamtentwicklung der Weibchen dauert im Freiland im Frühjahr durchschnittlich 27,4, im Sommer 25,3, im Herbst 35,1 Tage, im Laboratorium entsprechend 20,5; 20,5 und 30 Tage.

5. Die Entwicklung ist beim Männchen kürzer als beim Weibchen. Dies ist nicht durch Fehlen eines bestimmten Stadiums, sondern durch eine schnellere Entwicklung sämtlicher Stadien bedingt. Die Gesamtentwicklung der Männchen dauert im Freiland durchschnittlich im Frühjahr 25, im Sommer 23,1, im Herbst 29,7 Tage, im Laboratorium entsprechend 18,9; 18,9 und 26 Tage.

6. Das Eistadium nimmt über 40 % der Gesamtentwicklungsdauer in Anspruch. Das nachfolgende Larvenstadium beträgt 10 % und das dritte Ruhestadium 10 bis 12 % der Gesamtentwicklungsdauer. Die übrigen Stadien waren etwa gleich lang und nahmen 7 bis 10 % ein.

7. Der Einfluß der Temperatur auf die Entwicklungsgeschwindigkeit wurde durch Versuche im Thermostaten festgestellt. Die optimale Entwicklungstemperatur lag in diesen Versuchen bei 27,5° C. Bei 33° C ist eine Entwicklung nicht mehr möglich.

8. Die durchschnittliche Eiablage betrug im Laboratorium 48,1 und im Freiland 37 Eier. Die höchste und niedrigste Eizahl war im Freiland 61 und 25, und im Laboratorium 98 und 27. Die maximale Eiablage pro Tag erreichten die Winterweibchen. Die Praeovipositionszeit dauerte im Laboratorium durchschnittlich zwei bis fünf und im Freiland zwei bis acht Tage. Die Lebensdauern der Imagines ist temperaturabhängig.

9. *Eotetranychus pomi* n. sp. hält sich vornehmlich auf der Blattunterseite auf. Jedes bewegliche Stadium ist in der Lage zu spinnen. Diese Eigenschaft ist bei den Männchen weniger ausgeprägt.

10. Die Begattung des Weibchens erfolgt unmittelbar nach dem Schlüpfen der Imago.

11. Neben der zweigeschlechtlichen Vermehrung stellt die Parthenogenese eine regelmäßig auftretende Form der Fortpflanzung dar, die dann auftritt, wenn das Geschlechtsverhältnis sich sehr stark zugunsten der Weibchen verschoben hat. Das Verhältnis Weibchen zu Männchen ist im Frühjahr 7 : 1, im Sommer 1,5 : 1 und im Spätherbst 0,7 : 1. Aus unbefruchteten Eiern entwickeln sich Männchen.

12. Im Herbst suchen die Weibchen die Winterlager auf. Dieser Vorgang beginnt Ende August und dauert bis Mitte November. Die Farbe schlägt von grün-gelb nach orange-gelb um. Die Männchen sterben zu dieser Zeit ab.

13. Für die Stärke der Population ist die Temperatur des Frühjahrs maßgebend. Feuchte und kühle Witterung in den Monaten Mai und

Juni behindert die Vermehrung in solchem Maße, daß ernsthafte Schäden im August-September nicht zu befürchten sind.

14. Der Befall von Apfelbäumen durch *E. pomi* n. sp. läßt sich makroskopisch an der Anwesenheit eines Gespinstes und der fleckigen Verfärbung der Blätter erkennen.

Durch die Saugtätigkeit falten sich die Blätter zusammen und fallen vorzeitig ab. Die Früchte bleiben klein.

15. *Eotetranychus pomi* n. sp. ist gegen Akarizide empfindlich. Die Winterspritzung ist unwirksam, da die Mittel nicht in die Winterlager der Weibchen eindringen. Bei der Abwanderung von den Blättern in die Winterquartiere können die Milben unter Wellpappgürteln gefangen und im Winter verbrannt werden.

16. Als natürliche Feinde kommen einige Raubmilben aus den Familien *Phytoseiidae* und *Raphignathidae* in Frage, die den Massenwechsel der gelben Apfelspinnmilbe beeinflussen. Außer Raubmilben haben einige Insekten aus den Familien Anthocoriden und Coccinelliden eine gewisse Bedeutung.

VIII. Literatur

- Andersen, V. St., Untersuchungen über die Biologie und Bekämpfung der Obstbaumspinnmilbe *Paratetranychus pilosus* Can. et Fanz. Diss. Univ. Bonn, 119 pp., 1947.
- Baker, E. W. und Wharton, G. W., An Introduction to Acarology, 465 pp. Macmillan Co., New York 1952.
- Bleir, Groves, Biology of the Fruit Tree Red Spider Mite *Metatetranychus ulmi* (Koch) in south-east England. J. hort. Sci. 27, 14—43, 1952. (R A E 40, 140, 1952).
- Collyer, E., Biology of some predatory Insects and Mites associated with the Fruit Tree Red Spider Mite (*Metatetranychus ulmi* Koch) in South-Eastern England. The predator-Mite Relationship. J. hort. Sci. 28, 246 bis 259, 1953.
- Dosse, G., Die Gewächshauspinnmilbe *Tetranychus urticae* Koch forma *dianthica* und ihre Bekämpfung. Höfchen-Briefe 5, 238—267, 1952.
- Neue Gesichtspunkte zur Spinnmilbenfrage. Mitt. Biol. Zentralanst. 75, 224—227, 1953.
- Über die Bekämpfungsmöglichkeiten einiger Spinnmilbenarten mit verschiedenen Akariziden. Anz. Schädlingsskd. 5, 65—71, 1954.
- Gasser, R., Zur Kenntnis der gemeinen Spinnmilbe *Tetranychus urticae* Koch. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 24, 217—262, 1951.
- Geijskes, D. C., Beiträge zur Kenntnis der europäischen Spinnmilben (*Acari, Tetranychidae*), mit besonderer Berücksichtigung der niederländischen Arten. Med. Landbouwhoogeschool Wageningen 42, 68 pp., 1939.
- Günthart, E., Über Spinnmilben und deren natürliche Feinde, Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 19, 279—308, 1945.
- v. Hanstein, R., Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Tetranychus* Duf. Z. wiss. Zool. 70, 58—108, 1901.

- Linke, W., Untersuchungen über *Tetranychus althaeae* v. Hanst., unter besonderer Berücksichtigung des Hopfens als Wirtspflanze. Höfchen-Briefe 6, 185—238, 1953.
- McGregor, E. A., Mites of the Family *Tetranychidae*. Amer. Midland Naturalist. 44, 257—420, 1950.
- Oudemans, A. L., Verslag van de Zeszigste Zomervergadering der Nederlandsche Entomologische Vereeniging deel XLVIII p. LXXIX. Tijdschr. Ent. V. 48, p. LXXIX, 1905.
- *Tetranychus carpini*. Bull. Ent. Res. 1, 114, 1910.
- Notizen über *Acari*. Arch. Naturg., 81, 44—48, 1915.
- Pritchard, Earl A. und Baker, W., A Guide to the Spider Mites of Deciduous Fruit Tree. Hilgardia, 21, 253—287, 1952.
- A Revision of the Spider Mite Family *Tetranychidae*. 472 pp. San Francisco 1955.
- Zacher, F., Untersuchungen über Spinnmilben. Ber. Biol. Reichsanst. H. 14, 37—41, 1913.
- Zur Kenntnis der Spinnmilben. Ber. Biol. Reichsanst. H. 16, 19—25, 1916.
- Untersuchungen über Spinnmilben. Ber. Biol. Reichsanst. H. 18, 121—130, 1920.
- Untersuchungen über Spinnmilben. Ber. Biol. Reichsanst. H. 21, 91—100, 1921.
- Neue und wenig bekannte Spinnmilben. Z. angew. Ent. 7, 181—187, 1921.
- Übersicht der deutschen Spinnmilben *Tetranychus* und Verwandte. Mitt. Zool. Mus. Berlin, 584—589, 1933.
- *Arachnoidea*. Hdb. Pflanzenkrankh. 4, Tierische Schädlinge an Nutzpfl., 1. T., 139—207, 1949.

Über Freilandversuche mit dem Kompostwurm *Eisenia foetida* Sav.

Von Albrecht H a s e

Mit 1 Abbildung

A. Vorbemerkungen

Es bedarf meines Erachtens zuerst einer Darlegung der Zusammenhänge von Veröffentlichungen und von Ereignissen auf dem Sondergebiet „Regenwurm-Forschungen und Regenwurm-Züchtungen“ in Deutschland nach dem zweiten Weltkriege, wobei sich eine Literaturkritik nicht umgehen läßt. Dann werden Einzelheiten über die Anlage und Durchführung von Versuchen mitgeteilt.

In der „Neuen Berliner Gärtnerbörse“ Nr. 15, vom 5. August 1948, hatte G. R o h d e erneut angeregt, der Bedeutung der Regenwürmer für die Verbesserung der Böden mehr Aufmerksamkeit als bisher zu widmen. Das Thema ist nicht neu! Schon vor den Arbeiten von *Darwin* (1882) haben sich auch deutsche Zoologen mit dieser Frage beschäftigt. Im Schriftenverzeichnis sind eine Reihe von diesbezüglichen weiter zurückliegenden Arbeiten genannt. In der obengenannten Fachschrift Nr. 25, 23. Dezember 1949, wurde von R o h d e unter dem Titel „Regenwurmzucht — ein lohnender Nebenerwerb“ das Thema behandelt. Außerdem wurde mitgeteilt: „Am 12. Dezember 1949 wurde in der Ackerbauabteilung der D.L.G. Berlin, unter Vorsitz von Prof. Dr. O p i t z ein S o n d e r a u s s c h u ß f ü r R e g e n w u r m f r a g e n gegründet. Die Leitung erhielt durch Wahl Dr. B a r t s c h (Marienhöhe).“ — In derselben Arbeit teilte R o h d e mit, daß B a r t s c h in Marienhöhe bei Bad Saarow (Mark) in 20jähriger Arbeit eine außerordentlich lebensfähige Sorte entwickelt hat. In der gleichen Veröffentlichung wird auf die einschlägige fremdländische Literatur hingewiesen (B a r r e t 1948; 1949; Boston USA; O l i v e r 1949).

Nach den Veröffentlichungen von R o h d e 1948 und 1949 — gleichsam als Echo — erfolgten mehrfach fernmündliche und persönliche Anfragen bei der Biologischen Zentralanstalt in Berlin-Dahlem von Praktikern, zumal eine der erwähnten Veröffentlichungen den Titel trägt „Regenwurm — ein lohnender Nebenerwerb“. Manche Fragesteller waren der Meinung, daß man schon nach vier Wochen ernten könnte. Die Fragesteller sind stets dahingehend unterrichtet worden,

daß ein Nebenerwerb durch Großzuchten entsprechende Erfahrungen voraussetzt.

Am 29. März 1950 besuchte Rohde den Berichterstatter (Hase) und übergab ihm zehn geschlechtsreife Würmer (*Eisenia foetida* Sav; der sog. Mistwurm) und rund 50 Eikapseln (auch als Kokon bezeichnet) dieser Art zur Anlage einer Stammzucht. Zugleich erwähnte Rohde wiederum, daß auf dem Gut von Bartsch in Marienhöhe (s. o.) eine Großzucht bereits im Betrieb und eine Masse von Würmern zum Verkaufe verfügbar wäre. — Auch durch spätere Umfragen bei Kollegen, welche als Spezialisten für Regenwürmer bekannt sind, konnte ich auch nichts, hinsichtlich des Zuchtbetriebes in Saarow (Marienhöhe) erfahren. — Unterm 3. April 1956 teilte mir die Leitung des Zoologischen Gartens und des Aquariums auf meine Anfrage, woher diese Anstalten ihren Regenwurmbedarf decken, mit, daß sie ihren Bedarf an Regenwürmern für Zoo und Aquarium durch die Sammler Gebrüder Ragnow beziehen und 0,25 bis 0,30 DM je Schock zahlen. —

In der „Naturwissenschaftlichen Rundschau“ (Stuttgart 8. Jg., H. 3, 1955) wurde darauf hingewiesen, daß es Zuchtfarmen für Regenwürmer in Kalifornien gäbe, und weiterhin: „Vor einiger Zeit ist auch in Deutschland eine Regenwurmfarm eingerichtet worden. Hundert Würmer kosten 1,50 DM, größere Mengen und Jungtiere sind billiger.“ Da eine diesbezügliche Anschrift leider fehlte, so forschte ich weiter und bekam schließlich die Angabe, daß in (17 b) Zizenhausen (Krs. Stockach) die Firma O. Kratzer keine Regenwürmer, sondern Enchytraeus albidus züchtet. Diese kleine Wurmart, welche im Kompost und Gartenerde weit verbreitet ist, wird auch als Futter für verschiedene Tierarten benötigt. Schließlich habe ich unterm 9. April 1956 schriftlich bei Herrn Rohde angefragt, ob in Marienhöhe die von ihm genannte Großzucht für Regenwürmer noch in Gang sei. Unterm 17. April 1956 teilte er mir brieflich mit: „In Marienhöhe wird zur Zeit keine Regenwurmzucht betrieben. Herr Dr. Bartsch hat Marienhöhe voriges Jahr verlassen.“ Diese kurze Mitteilung steht in einem gewissen Widerspruch zu den ersten Angaben von Rohde aus den Jahren 1948 und 1949, in welchen die hohen, langjährigen Leistungen des Zuchtbetriebes in Marienhöhe nachdrücklich betont werden. — „Über die Regenwurmfaua der Mark Brandenburg und ihre wirtschaftliche Bedeutung“ liegt von Wilcke (1938) eine Arbeit vor. Er gibt an, daß die Fischerei der Mark Brandenburg und das Berliner Aquarium (damals) jährlich zusammen rund 550 kg Regenwürmer verbrauchen.

Im Januar 1956 hatte ich mich an das Institut für Humuswirtschaft in Braunschweig-Völkenrode gewandt mit der Anfrage, ob dort etwas über bestehende Großzuchten von Regenwürmern in Deutschland

bekannt sei. Umgehend teilte mir Herr Dr. Graff, der sich speziell mit Regenwurmfragen befaßt, unterm 23. Januar 1956 mit, daß ihm „kein derartiger Betrieb bekannt sei“. Das genannte Institut für Humuswirtschaft hat eine „Anleitung zur Vermehrung von Kompostwürmern (*Eisenia foetida*)“ herausgegeben. Zugleich wird mitgeteilt, daß des öfteren sich Landwirte, auch Arbeitslose, die sich einen Nebenverwerb versprochen, an das Institut gewandt haben. „Aber leider haben sich die Betreffenden späterhin nie mehr hören lassen.“ Anfragen an das genannte Institut sind aber auch aus Jugoslawien ergangen, da man dort, auf wissenschaftlicher Grundlage, ebenfalls Regenwurmzuchten einrichten will. — Im Institut für Humuswirtschaft werden nicht nur *Eisenia foetida* gezüchtet, sondern auch die größeren Arten, wie *Lumbriculus*, *Allolobophora*, *Dendrobaena*, um Kompostmieten verschiedener Art damit zu beimpfen.

In den Jahren 1948 bis 1953 sind mir über 30 Veröffentlichungen im deutschen Schrifttum bekannt geworden, die sich mit Regenwurmfragen befassen, wie Beschreibung und Verbreitung der verschiedenen Arten, Nutzen, Zucht, Gefährdung durch neuzeitliche Insektizide und Salze im Boden. Die Arbeiten verteilen sich auf 13 Autoren, von Rohde liegen allein neun Arbeiten vor. Sechs Mitteilungen sind anonym; sie sind z. T. in Tageszeitungen unter fragwürdigen Titeln erschienen, wie z. B. „Das nützlichste Tier der Erde“; „Gallup für Regenwürmer“; „Hochzucht Regenwürmer.“ — „Geheimnisvolle Regenwürmer.“ —

Von besonderer Bedeutung für Züchtungsfragen ist die Arbeit von Wilke (1952): „Zur Domestikation des Soilution-Earthworm“, weil Wilke die irreführenden Angaben klärt, welche die englischen und amerikanischen Schriften von Oliver (1949) und Barrett (1948/1949) enthalten. Diese Klärung war dringend nötig, da Rohde die Erfolge von Oliver und Barrett, gleichsam als Musterbeispiel, betonte und die praktische Bedeutung der Zucht in Marienhöhe als deutsches Muster bewertete (s. o.).

Oliver gibt an, daß er zwei verschiedene Arten „Brandling“ (Mistwurm *Eisenia foetida*) und den „rain worm“ (*Lumbricus herculeus*) erfolgreich miteinander gekreuzt habe. Er behauptet, Kopulationen zwischen beiden Arten gesehen zu haben. Das Kreuzungsprodukt nannte Oliver „Soilution-Earthworm“, d. h. „Bodenlöser-Regenwurm“. Barrett ist aber der Meinung, daß Oliver durch Züchtung nur eine sehr lebenskräftige *Eisenia foetida*-Sorte erhalten hat. Eigene Abbildungen bringt Barrett nicht, wie Wilcke festgestellt hat. Die Abbildung der Regenwürmer bei Barrett sind der Arbeit von W. Hoffmeister (1845) entnommen (ohne Quellenangabe) und eine Abbildung trägt die Beschriftung: „Domesticated earthworm“ (domestizierter Regenwurm).

Wilcke teilt noch folgendes mit: Er hatte Gelegenheit, Exemplare des „Solution-Earthworm“ zu beobachten und anatomisch zu untersuchen. Die Tiere waren aus Eikapseln von einer Regenwurmfarm in USA gezogen und ihm zur Bestimmung übergeben worden. Die Untersuchung ergab einwandfrei die Zugehörigkeit zur Art *Eisenia foetida* nach den äußeren und inneren Merkmalen. Es handelt sich nicht um eine Kreuzung, wie Oliver angegeben hatte. — Kühnelt (1950, S. 308) hat sich in gleichem Sinne geäußert, daß die Mitteilung von Oliver nicht ernst zu nehmen sei.

Ich hatte mich auch wegen dieser angeblich erfolgreichen Kreuzung mit einer Anfrage an das Institut für Genetik der Freien Universität Berlin-Dahlem gewandt. Unterm 12. Februar 1951 wurde mir mitgeteilt, daß den Genetikern darüber nichts bekannt sei und derartige Mitteilungen in den deutschen Tageszeitungen auf Irrtümern beruhen. —

B. Versuche im Freien

I. Über das Gelände und die Anordnung der Versuche

Zwei gleich große, durch einen Laufgang getrennte Betonbecken auf dem Gelände der Biologischen Bundesanstalt, Berlin-Dahlem, standen für die Versuche zur Verfügung. Anlage und Maße der Becken sind aus der beigefügten Skizze zu entnehmen. Die Betonierung der Außenwände ist nur bis 0,60 m Tiefe durchgeführt worden, so daß die Erdfüllung der Becken mit dem stark lehmigen Mutterboden des Geländes in Verbindung steht. Der Boden des Laufganges ist betoniert. Die Anlage ist über 50 Jahre alt. Die Betonwände längs des Laufganges sind an mehreren Stellen gerissen. Die freien Wände des Laufganges (0,80 m tief) werden von Ost, Süd und West voll besonnt, ebenso die ganze Erdoberfläche. In der Vegetationsperiode trocknet daher durch die starke Erwärmung des Betons die Erdfüllung rasch aus, besonders wenn keine geschlossene Pflanzendecke vorhanden ist und eine dauernde, zusätzliche Bewässerung unterbleibt.

Beide Becken waren in den zwei vorhergehenden Jahren zu Versuchen nicht benutzt worden. Das mit Unkräutern dicht bewachsene Erdreich war hart verkrustet, so daß eine reichliche Besiedlung mit Regenwürmern nicht zu erwarten war. Um darüber Klarheit zu bekommen, wurde folgendermaßen verfahren. Beide Becken wurden in je acht rund 1,0 qm große, als Beete bezeichnete Quartiere geteilt. Becken A: Beet 1 bis 8; Becken B: Beet 9 bis 16 (vgl. Skizze). — Zwischen den einzelnen Beeten blieb eine rd. 0,20 m breite, verkrustete Grenzschrift stehen, sie wurde außerdem durch eingesetzte Bretter bis zu rd. 0,20 m Tiefe zusammengehalten. Eine gute Übersicht der einzelnen Beete war hiedurch gewährleistet. Dann wurden alle Unkräuter ausgerissen und das den Wurzelballen anhaftende Erdreich so ab-

geklöpft, daß es in der dazugehörigen Erdmasse des betreffenden Beetes verblieb. Nun erst erfolgte das Aufgraben der einzelnen Beete bis zu 0,40 m Tiefe. Die aufgeworfenen Erdballen wurden völlig zerkleinert und von mir und drei Hilfskräften nach Würmern durchsucht. Festgestellt wurde, daß beide Becken bis zur angegebenen Tiefe wurmfrei waren.

Das Fehlen der Regenwurm-Fauna in diesen beiden Becken ist m. E. in erster Linie durch die wiederholte Austrocknung der oberen Erdschichten dieser begrenzten Biotope bewirkt worden, da die not-

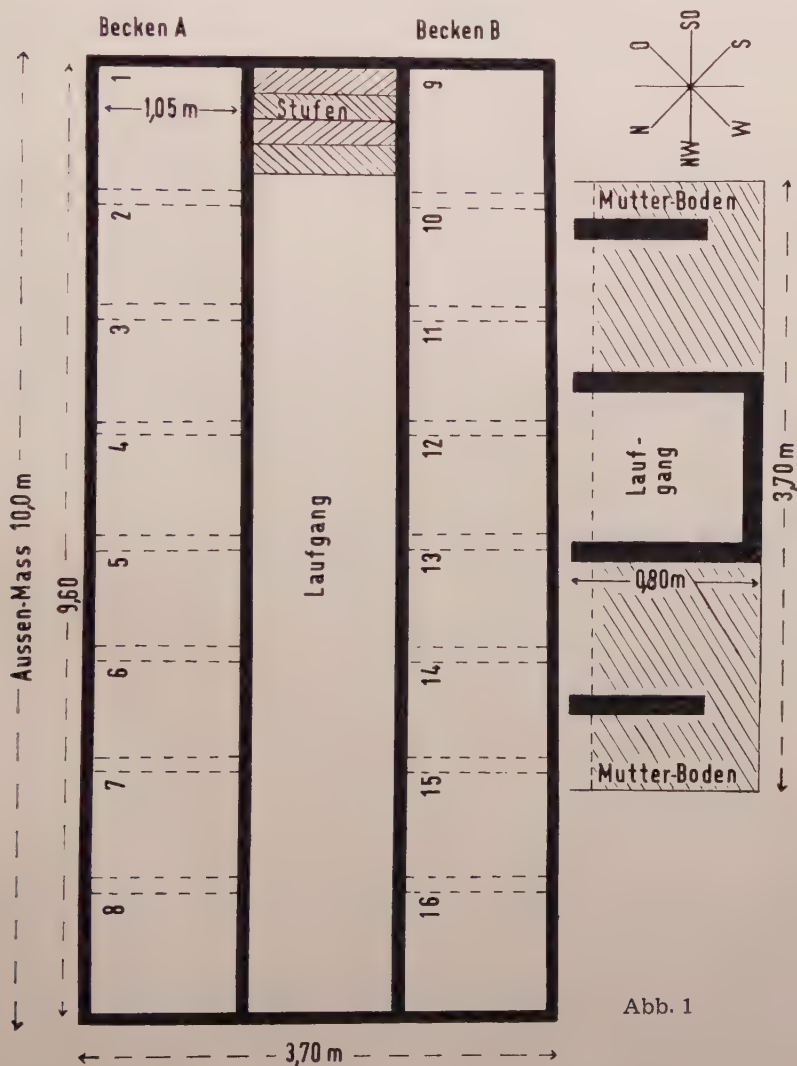


Abb. 1

wendige zusätzliche Bewässerung fehlte. Es ist natürlich auch an eine Abwanderung der Würmer in den benachbarten, etwas feuchteren, lehmigen Mutterboden zu denken.

Auf Grund dieser Feststellung war die Gelegenheit gegeben zu versuchen, durch Aussetzen einer bestimmten Menge von Regenwürmern ein wurmfrees, begrenztes Gelände wieder zu besiedeln, durch Herstellen von verschiedenen Biotopen, wie sie die Regenwurmfauna benötigt.

Folgende Maßnahmen wurden getroffen: Die ausgerissenen Unkräuter wurden zerkleinert und mit verschiedenen Düngerarten und anderem geeigneten Fraßmaterial für Würmer rd. 0,30 m tief eingegraben, dann eine leichte Erddecke darüber gelegt, diese etwas an-

Übersicht I:

Zahl der am 18. April 1950 ausgesetzten Alt- und Jungwürmer

Becken A				Becken B			
Beet Nr.	Düngung und sonstiges Fraßmaterial Unkräuter UK	Alt- Würmer	Jung- Würmer	Beet Nr.	Düngung und sonstiges Fraßmaterial Unkräuter UK	Alt- Würmer	Jung- Würmer
1	Keimunfähiger Getreideabfall UK	—	—	9	Keimunfähige alte Kartoffeln; morsche Brettstücke UK	6	25
2	Alter Ziegenmist UK	10	5	10	UK	—	—
3	Alter Kaninchenmist UK	—	—	11	Morsche und faulende Brettstücke UK	—	—
4	Altes Laub- und Roßkastanien; keimunfähig durch Erhitzen UK	—	—	12	UK	—	—
5	Alter Pferdemist UK	—	—	13	UK	—	—
6	UK	—	—	14	UK	—	—
7	Alter Pferdemist UK	—	50	15	UK	—	—
8	UK	—	—	16	UK	—	—

gefeuchtet und darauf das vorhandene Wurmmaterial verteilt, und dann wurde die zerkleinerte Erdmasse aufgefüllt. Nach dem üblichen Glattharken wurden beide Becken bewässert. Jedem Beet wurde die dazugehörige, zerkleinerte Unkrautmasse (UK.) wieder beigelegt, aber nicht jedes Beet wurde gedüngt. Die Einzelheiten der ersten Versuchsanlage ist der Übersicht I zu entnehmen.

Zum Aussetzen standen mir die von Rohde übergebenen zehn geschlechtsreifen *Eisenia foedida* Sav. und von derselben Art Wurmmaterial aus meinem Hausgarten zur Verfügung¹. Die geschlechtsreifen Tiere, mit deutlich entwickeltem Klitellum, sind in den Übersichten als „Altwürmer“, die wohl noch nicht geschlechtsreifen, erst 2 bis 3 cm großen Tiere als „Jungwürmer“ bezeichnet worden. — Das erneut aufwachsende Unkraut wurde nur auf den Grenzsichten entfernt, um die Beetgrenzen nicht zu verwischen. Aus der Übersicht I ist ersichtlich, daß im Becken A 6 Beete (1 bis 5 und 7) eine starke und im Becken B nur Beet 1 und 11 eine zusätzliche Düngung erhielten. Diese unterschiedliche Herrichtung war beabsichtigt. Die bedarfsweise zusätzliche Bewässerung beider Becken, was wesentlich ist, war 1950 die gleiche.

Um nicht mißverstanden zu werden, sei betont, daß es mir nur darauf ankam, die Wiederbesiedlung, d.h. die Vermehrung einer zahlenmäßig bekannten, ausgesetzten Regenwurmmenge auf beschränktem Gelände zu ermitteln. Die hierfür notwendigen Grabungen sind weiterhin angegeben. Es handelt sich keinesfalls um eine eingehende bodenzoologische Untersuchung, sondern nur um einen Beitrag zum Arbeitsgebiet Bodenzoologie.

Um den Bestand an Würmern in den einzelnen, gleichgroßen Beeten (rd. 1 qm; s. o.) bei den Stichproben zu ermitteln, wurde immer das gleiche Grabverfahren durchgeführt. Seine Brauchbarkeit für einfache Feststellungen, wie hier, habe ich in meinem Hausgarten in Dahlem seit Jahren erprobt. — Zunächst wird der etwaige Aufwuchs ausgerissen, um die Beetfläche zu übersehen. Die Beetgrenzen waren, wie angegeben, durch die Betonmauern und die Grenzsichten stets dieselben. Durch einfache Markierung wurde der Verlauf und der Abstand der Grabfurchen festgelegt, letzterer betrug immer 0,15 m, so daß in jedem Beet unschwer fünf Furchen aufgegraben und die groben Schollen zerkleinert werden konnten. Die Grabtiefe betrug 0,25 m entsprechend dem Spatenblatt (0,25 m Länge mal 0,20 m Breite). Die Zerkleinerung der groben Schollen erfolgte stets mit einem leichten Holzrechen, nötigenfalls unter Zuhilfenahme der Hand oder durch

¹ In meinem Hausgarten in Berlin-Dahlem sind seit 1935 planmäßige, erfolgreiche Versuche durchgeführt worden zur Vermehrung der Regenwürmer, so daß mir durch entsprechende Boden- und Kompostpflege Würmer zur Verfügung standen.

leichtes Beklopfen mit dem Spatenblatt. Eine Zerkleinerung der gehobenen, groben Schollen durch wiederholtes Einstechen des Spatens ist in diesem Falle falsch, da gerade die großen, geschlechtsreifen Würmer am ehesten zerschnitten werden und vielfach zugrunde gehen oder für die Vermehrung zunächst ausfallen. Es ist ein Irrtum zu glauben, daß bei jedem zerschnittenen Regenwurm durch Regeneration die verlorengegangenen Körperteile ersetzt werden. Derartige Grabungen sind tunlichst an trüben, feuchten Tagen durchzuführen, da die Würmer durch längere, starke Besonnung schwer geschädigt werden und eingehen.

II. Vegetationsperiode 1950

Erste Stichprobe am 27. Juli 1950 (100 Tage nach dem Aussetzen am 18. April 1950). Übersicht II.

Übersicht II: Stichprobe vom 27. Juli 1950

18. 4. 50 Ausgesetzt				27. 7. 50 Gefunden		
	Beet Nr.	Alt-W.	Jung-W.	Alt-W.	Jung-W.	Kokon
Becken A	1	—	—	—	—	—
	2	10	5	12	19	—
	7	—	50	15	32	11
Becken B	9	6	25	11	35	—
	11	—	—	—	—	—

Übersicht III: Stichprobe vom 21. Oktober 1950

Becken A	Beet Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	1 — 8
	Wurmzahl	22	25	35	21	26	22	36	28	215
Becken B	Beet Nr.	9	10	11	12	13	14	15	16	9 — 16
	Wurmzahl	20	10	19	5	7	2	4	6	73

Die Stichprobe erstreckte sich im Becken A auf Beet 1, 2 und 7; im Becken B auf Beet 9 und 11. Das Ergebnis ist der Übersicht II zu entnehmen. In den mit Würmern besetzten Beeten ist eine beträchtliche Zunahme des Wurmbestandes erfolgte. Eine Überwanderung auf die nicht besetzten, benachbarten Beete in Becken A (Beet 1) und in Becken B (Beet 10) ist noch nicht erfolgt.

Das ausgerissene und zerkleinerte Unkraut wurde in den betreffenden Beeten wieder untergegraben und die gefundenen Würmer wurden in dieselben Beete wieder eingesetzt. Bei den späteren Stichproben wurde in gleicher Weise verfahren.

Zweite Stichprobe am 21. Oktober 1950

6½ Monate nach dem Aussetzen des Wurmmaterials wurde die zweite Stichprobe durchgeführt. Das angegebene Grabverfahren erstreckte sich auf alle 16 Beete. Es sollte nur ermittelt werden, ob eine Einwanderung in die anfänglich nicht besetzten Beete und eine weitere Vermehrung stattgefunden hat. Wieder wurde das reichlich aufgewachsene Unkraut (als Folge der zusätzlichen Bewässerung) entfernt, um eine unbehinderte Übersicht über die Beetflächen zu erhalten. Die wesentlichen Ergebnisse dieser Stichprobe sind folgende: In Becken A sind insgesamt 215 und in Becken B 73 Würmer gezählt worden. Das bedeutet eine Vermehrung auf das Dreifache im reichlich gedüngten Becken A und auf das Doppelte im spärlich gedüngten Becken B. — Die unterschiedliche Dichte der Besiedlung der einzelnen Beete ist der Übersicht III zu entnehmen.

III. Vegetationsperiode 1951. Übersicht IV

Beeteinteilung, Numerierung und Abgrenzung wurde wie bisher beibehalten. Die unterschiedliche Bepflanzung der Beete ist in der Übersicht IV angegeben. Im März war in Beet 6 zusätzlich rd. 1 kg vom Bohnenkäfer zerstörten Bohnenkernen und in Beet 8 zusätzlich eine rd. 0,20 m dicke Schicht Meerschweinmist eingegraben worden. Beide Beete hatten im Vorjahre außer Unkrautmassen keine besondere Düngung erhalten. Bei einem Teil der Beete (Nr. 1, 2, 3 und 5 in Becken A und Nr. 15 in Becken B) wurden keine Einsaaten gemacht und das aufwachsende Unkraut ständig entfernt, so daß die Erdflächen dieser Beete den Sommer über „kahl“ waren. Nur zwei Tomatenstauden standen in diesen Beeten diagonal gegenüber, wie in anderen Beeten auch (s. Übersicht IV). Die anfangs zusätzliche Bewässerung wurde vom September 1951 an absichtlich eingestellt.

Stichprobe am 26. und am 29. Oktober 1951. Übersicht V

Die Stichprobe vom 26. Oktober 1951 erstreckte sich im Becken A auf die Beete 3, 5, 6 und 7, im Becken B auf Beet 10. — Das Erdreich

war verkrustet, und es mußte über 0,30 m tief gegraben werden, bevor Würmer im normalen Zustande gesichtet wurden. Das Ergebnis dieser Stichprobe ist der Übersicht V zu entnehmen.

Übersicht IV: Aussaat und Bepflanzung am 20. Mai 1951

Becken A		Becken B	
1	2 Tomaten Kohl	9	2 Tomaten Spörgel
2	2 Tomaten Kohl	10	2 Tomaten Hanf
3	2 Tomaten Kohl	11	2 Tomaten Safflor
4	2 Tomaten Trespe	12	2 Tomaten Wicken
5	2 Tomaten Kohl	13	2 Tomaten weiße Lupine
6	2 Tomaten Weidel Gras	14	2 Tomaten blaue Lupine
7	Hornklee	15	Kohl
8	Dill Kapuziner Kresse	16	gelbe Lupinen Kapuziner Kresse

Übersicht V: Stichprobe am 26. Oktober 1951

	Beet Nr.	Alt-W.	Jung-W.	Vorjährige Düngung u. UK
Becken A	3	5	23	Kaninchenmist, UK
	5	2	—	Pferdemist, UK
	6	2	—	nur UK und alte Bohnen
	7	10	19	Pferdemist
Becken B	10	2	7	nur UK

Am 29. Oktober 1951 wurden auch die Beete 1, 2, 4 und 8 in Becken A und die Beete 9 und 11 bis 16 in Becken B aufgedigelt, aber nur oberflächlich, bis 0,25 m tief. Wie zu erwarten, war der Bestand an Würmern sehr gering. In Becken A wurden insgesamt 17 und in B nur 13 Würmer in ausgetrocknetem Zustande gefunden. Der gesamte Aufwuchs war wie im Vorjahr vor der Dichtung entfernt worden; er wurde dann zerkleinert und in den dazugehörigen Becken wieder eingedigt und dann erst wurden zusätzlich beide Becken bewässert.

IV. Vegetationsperiode 1952. Übersicht VI

Geländeeinteilung und Numerierung sind bereits angegeben. Die Aussaaten erfolgten am 5. April 1952; die Tomaten wurden Anfang Mai ausgepflanzt. Die Aussaaten wurden reichlich bemessen, um eine möglichst geschlossene Pflanzendecke zu erhalten. In der Übersicht VI ist die verschiedene Bepflanzung der einzelnen Beete angegeben. Die zusätzliche Bewässerung erfolgte bis Ende September, bei geschlossener Pflanzendecke. Die Dichtungen erstreckten sich in Becken A auf die Beete 1, 4 und 7; in Becken B auf Beet 16.

Übersicht VI:

Bepflanzung im Sommer 1952 und Aussaat am 5. April 1952

Beet Nr.	Becken A	Beet Nr.	Becken B
1	Wicken	9	Unkräuter
2	Wicken	10	Raps Radies-Eiszapfen
3	Wicken	11	Raps
4	Tomaten	12	Feldsalat
5	Erbsen	13	Feldsalat
6	Petersilie	14	Feldsalat
7	Unkräuter	15	eine Sonnenblume gelbe Lupinen
8	Kapuziner Kresse Weißkohl	16	Kapuziner Kresse Gartenkresse

Übersicht VII: Stichprobe vom 14. Oktober 1952

	Beet Nr.	Alt-W.	Jung-W.	Kokon	zusammen
Becken A	1	17	61	—	} 177
	4	9	20	—	
	7	22	48	—	
Becken B	16	14	41	12	} 55

Stichprobe am 14. Oktober 1952. Übersicht VII

Das Ergebnis ist der Übersicht VII zu entnehmen. Durch die besseren Bedingungen (dauernd zusätzlich Bewässerung bei geschlossener Pflanzendecke) hat sich der Bestand an Regenwürmern gegenüber dem des Jahres 1951 sehr beachtlich gehoben. Wie ersichtlich, waren im Becken A schon in 3 Beeten 177 Würmer festgestellt worden, und in Becken B 55 Würmer. Beabsichtigt war, noch eine zweite Stichprobe Ende November durchzuführen, um den Bestand an Würmern in den anderen Beeten beider Becken zu ermitteln. Leider konnte diese Grabung wegen Ungunst der Witterung nicht durchgeführt werden.

C. Zusammenfassung: Folgerung für die Praxis

Aus den Versuchen und unter Berücksichtigung der in den Fachschriften veröffentlichten Angaben über das Verhalten und die Lebensweise dieses Regenwurmes *Eisenia foetida* Sav. (im Sprachgebrauch als Kompost- oder Mistwurm bezeichnet) ist folgendes zu entnehmen²:

1. Der Wurm eignet sich zur Besiedlung oder Wiederbesiedlung wurmarmer Gebiete, da er nicht wie andere Regenwurmartens besondere Ansprüche an die Bodenbeschaffenheit stellt und sich stark und schnell in einer Vegetationsperiode vermehrt. — Es ist viel über die Zucht und das Aussetzen dieser Art geschrieben worden. Es ist auch mitgeteilt worden, daß Gartenbesitzer Wurmmaterial zum Aussetzen angefordert haben. Aber, worauf Graff hinweist, Angaben über den praktischen Erfolg sind nicht eingegangen (briefl. Mittlg. von Graff — Inst. f. Humuswirtschaft, Völkenrade, vom 23. Januar 1956).

² Einzelheiten enthalten die allgemein verständlichen und sehr gut gebildeten Veröffentlichungen von Graff (1953) und Füller (1954).

2. Das Ergebnis der Aussetzung von *Eisenia* in einem begrenzten Gelände unter Zugabe von Dünger und anderem Fraßmaterial beweist, daß sich in einer Vegetationsperiode die Zahl der Würmer verdoppeln kann (vgl. Übersicht I, II und III).

3. Voraussetzung der Vermehrung ist bei diesem Wurm, wie bei allen anderen Regenwurmarten, eine gewisse Bodenpflege, vor allem nötigenfalls eine zusätzliche Bewässerung. Der Kompostwurm verfällt in eine Trockenstarre, besonders die jüngeren Tiere, oder er wandert bei langdauernder Austrocknung des Bodens in tiefere Erdschichten ab, die unter der Humusschicht liegen. Eine nutzbringende Vermehrung fehlt, und die Besiedlungsdichte sinkt (vgl. Übersicht IV und V).

4. Dieser Wurm bevorzugt tierischen Mist (Stalldünger vom Pferd, Ziege, Kaninchen, Meerschwein), aber er ist nicht darauf angewiesen. Aufwuchs aller Art (Unkräuter), sonst nicht verwendbares Saatgut wie Bohnen, Roßkastanien werden als Nahrung genommen. Durchaus zu empfehlen ist, dieses Material zu zerkleinern, da es dann gleichsam in Schichten wie ein Schwamm wirkt und die Bodenfeuchtigkeit speichert, was bei sperrigen Bündeln nicht der Fall ist. — Da zur Bodenpflege auch die zusätzliche Bewässerung gehört, so ist das Aussetzen in Gelände, wo diese Möglichkeit nicht besteht, nicht ratsam. Feltz (1949) hat bereits darauf hingewiesen, da in einer Reihe von Veröffentlichungen das Aussetzen zu stark betont wurde. Er schreibt a. a. O., S. 10, wörtlich: „Im ganzen gesehen, sollen die Versuche nicht lehren, daß man Regenwürmer in Ackerland künstlich einsetzen soll, sondern daß man den so weitverbreiteten Regenwurm durch „gute Bodenbearbeitung fördern soll“.

4. In gärtnerischen Betrieben und in Kleingärten mit ständig zusätzlicher Bewässerung ist das Aussetzen durchaus zu empfehlen. Der etwa fehlende Stalldünger kann durch Düngung mit sachlich behandeltem Kompost oder durch pflanzliche Abfälle aller Art (wie angegeben) nach meinen Erfahrungen ersetzt werden.

5. Die Versuche haben ferner ergeben, daß *Eisenia* sich auch nach ungünstigen Witterungsverhältnissen eines Jahres rasch wieder beträchtlich vermehrt, wenn bereits im Herbst Pflanzenmaterial unter die obere Bodenschicht eingegraben worden ist, so daß es im kommenden Frühjahr im verrotteten Zustand sofort als Nahrung zur Verfügung steht (vgl. Übersicht VI und VII).

Darauf hingewiesen wurde auch, daß durch eine einfache Änderung der Grabarbeit die Lebensweise des Wurmes zu berücksichtigen ist. Man hebe grobe Schollen aus und zerkleinere sie mittels eines leichten Rechens; bei Unkrautentfernung oder Lockerung verkrusteter Oberflächen benutze man eine Krallenharke und keine Harke mit breitem

Blatt und keinen Spaten, wodurch die großen Würmer meistens zerschnitten werden.

D. Literatur

Die genannten wissenschaftlichen Arbeiten enthalten weitere sehr umfangreiche Literaturangaben.

Die Äußerungen einiger Tageszeitungen zu den neuerlichen Regenwurmarbeiten sind absichtlich mit aufgenommen worden, um Beispiele zu geben, in welcher Weise auch in diesem Falle zoologische Nachrichten „umgeformt“ und betitelt werden, ohne Quellenangabe. — Es genügt ein Beispiel! W. H. „Wenn Regenwürmer singen“. Tatsache ist, daß die großen Regenwurmartens zeitweilig einer Lautgebung fähig sind, außerhalb und innerhalb der Erde. Es handelt sich um „Schmatz- und Schnarrtöne“, deren Entstehung noch nicht geklärt ist. Bei unsern Regenwurmartens ist aber mit Hören nicht zu rechnen, da außerhalb der Erde fressende Würmer auf Geräusche in keiner Weise reagieren. — In den Originalarbeiten (Mangold) wird nicht von „singen“ im zoologischen Sinne gesprochen. — Die unsachliche, sensationell umgeformte Berichterstattung zoologischer Forschungsergebnisse auszuschalten, ist auch eine Aufgabe der angewandten Zoologie. Die Journalistik sollte durch genaue Tatsachenberichte und Quellenangabe die hohe Bedeutung der angewandten Zoologie für die gesamte Volkswirtschaft nachdrücklich betonen.

- Anderson, Der Regenwurm, der größte Wohltäter der Menschheit, South Pasadena (California Review) 12. April 1940.
- Balfour, E. B., The Living Soil. Der lebende Boden. 8. Edit. London 1948.
- Barret, Th. J., Earthworm, their intensive propagation and use in biological soil building, Earth-master publications Roseve California, 1948.
- Harnessing the Earthworm, London 1949.
- Bretcher, G. H., Zur Biologie des Regenwurmes. Biolog. Zentralblatt 21, 1900, 1901.
- Carius, Regenwurm wieder modern? Neue Berliner Gärtnerbörse 2. Jg., Nr. 15, 1948, S. 56.
- Dreidax, Ludwig, Untersuchungen über die Bedeutung der Regenwürmer für den Pflanzenbau. Archiv f. Pflanzenbau (Wiss. Archiv f. Landwirtschaft Abt. A) 7, H. 3, 1931.
- Enigk, K., Die Bodendesinfektion mit Methylbromid. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 60. Jg., H. 11/12, 1953, S. 131—132.
- Evans, A. C. & Guild, W. J., Studies on the Relationship between Earthworms and Soil Fertility. V. Field Populations. (Studien über die Beziehungen zwischen Regenwurmvorkommen und Bodenfruchtbarkeit. V. Freiland-Populationen). Ann. appl. Biol. 35, 1948, S. 485—493.
- Feltz, Einfluß des Regenwurms auf die Bodenertragsfähigkeit. Deutsche Landwirtschaft. Presse Jg. 72, Nr. 34, 1949, S. 10.
- Franz, Herbert, Bodenzoologie als Grundlage der Bodenpflege. Akad. Verlag Berlin 1950.
- Fr. (N. N.), Naturwiss. Rundschau 8. Jg., H. 3, 1955, S. 114.
- Füller, Horst, Die Regenwürmer. Die neue Brehm-Bücherei. Wittenberg 1954, H. 140.
- Tiergeographisch-ökologische Untersuchungen über die Lumbriciden des mittleren Saaletales. Wiss. Ztschr. d. Friedr. Schiller Univ. Jena, 1952/53, S. 51—60.

- Graff, Otto, Die Regenwürmer Deutschlands. Ein Bilderatlas für Bauern, Gärtner, Forstwirte und Bodenkundler. Hannover, M. u. H. Schaper 1953.
- Goffart, H., Wirkung neuartiger insektizider Mittel auf Regenwürmer. Anz. f. Schädl.kunde Jg. 22, 1949, S. 72—74.
- his ..., Gallup für Regenwürmer. Die Welt, Hamburg, 8. Aug. 1950, Nr. 183.
- Hensen, V., Die Tätigkeit des Regenwurmes (*Lumbricus terrestris* L.) für die Fruchtbarkeit des Erdbodens. Ztschr. f. wiss. Zoologie, 28. Bd., Leipzig 1877.
- H., Hochzucht-Regenwürmer. Deutsche Landwirtschaftl. Presse, Jg 72, Nr. 52/53, 1949, S. 7.
- Jesse, H., Der unterirdische Pflug. Welt am Sonnabend A. 31. März 1956, Düsseldorf.
- Kühnelt, Wilhelm, Bodenbiologie, Wien 1950.
- Mangold, O., Experimente zur Analyse des chemischen Sinns des Regenwurms. Zool. Jahrb. (Physiologie), 62, 1951.
- Mell, Rudolf, Der domestizierte Regenwurm. Anzeiger für Bodengüte und jüngstes Haustier. Der Tagesspiegel, Nr. 1642, 3. Febr. 1951.
- N. N., Vom Regenwurm und seiner Zucht. Neue Mittlg. f. d. Landwirtschaft 5. Jg., H. 18, 1950, S. 292, Hannover.
- Das nützlichste Tier der Erde. Regenwürmer — so groß wie mittlere Schlangen. Westfälische Rdschau, Dortmund, 24. März 1956.
- Regenwürmer — so groß wie mittlere Schlangen. Westfälische Rdschau, Dortmund, 26. März 1956.
- Oliver, Scheffield G., Our friend the earthworm (Unser Freund der Regenwurm). Gardeners Book Club No. 8, Organic Gardening, Emmaus Pa. 1949.
- Rohde, G., Von Regenwürmern, Vitaminen und Humus. Neue Berliner Gärtnerbörse 2. Jg., Nr. 15, 1948, S. 56.
- Fortschritte in der Kompostbereitung. Die Deutsche Landwirtschaft 2. Jg., Nr. 11/12, 1948, S. 172—173, Berlin.
- Regenwurmzucht — ein lohnender Nebenerwerb. Neue Berliner Gärtnerbörse 3. Jg., Nr. 25, Berlin 1949, S. 155.
- Regenwurm und Bodenfruchtbarkeit. Neue Berliner Gärtner-Börse 3. Jg., Nr. 16, 1949.
- Unser Freund der Regenwurm. Neue Berliner Gärtner-Börse 3. Jg., Nr. 5/6, Berlin 1950.
- Fäkalien nur Kompostiert. Deutsche Gärtner Post 3. Jg., Nr. 18, 6. Mai 1951.
- Mistrotte und Schimmelpilze. „Schimmelpilze und Regenwurm“. Die Deutsche Landwirtschaft 3. Jg., Nr. 3, Berlin 1952, S. 132—138.
- Tierkot als Vitaminquelle. „Regenwurm-Kot als Vitaminquelle“. Die Deutsche Landwirtschaft 3. Jg., Nr. 1, Berlin 1952, S. 31—36.
- Bodenbedeckung und Bodenleben. Die Deutsche Landwirtschaft 3. Jg., Nr. 11, Berlin 1952, 591—597.
- Kompostierung der Stadtabfälle. Wiss. Ztschr. d. Humboldt-Univ. zu Berlin, Mathem.-naturwiss. Reihe Nr. 5, IV. Jg., 1954/1955.
- R. Z., Der Regenwurm — unser Kompostmeister. Neue Berliner Gärtner Börse 2. Jg., Nr. 15, 5. Aug. 1948, S. 56.
- Spannagel, G., Bedeutung des Regenwurms für die Bodenfruchtbarkeit. Neue Mittlg. f. d. Landwirtschaft 5. Jg., H. 17, 2. April 1950.
- Stremme, Regenwürmer im Bodenprofil und ihre Vernichtung durch Salze. Die Deutsche Landwirtschaft Nr. 2, 1951.

- Taylor, Frank J., „Das Beste“ aus Readers Digest, März 1950. S. 101—105.
- Tischler, Wolfgang, Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. Braunschweig 1949.
- tl. (N. N.), Geheimnisvolle Regenwürmer. Der Morgen, Berlin, Nr. 71, 1951.
- Wagner, Karl, Schadet der Regenwurm, oder ist er nützlich? Neue Berliner Gärtner-Börse 2. Jg., Nr. 15, 1948, S. 56.
- Wilcke, D. E., Die Regenwurmfauna der Mark Brandenburg und ihre wirtschaftliche Bedeutung. Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde. Berlin, 18. Okt. 1938.
- Bestimmungstabelle für einheimische Lumbriciden Senckenbergiana Bd. 30, 1949.
- Zur „Domestikation“ des „Soilution Earthworm“. Anz. f. Schäd.kunde XXV. Jg. 1952, S. 107—109.
- Zur Kenntnis der Lumbricidenfauna Deutschlands. Zoolog. Anz. Bd. 151, H. 5/6, 1953.
- Über die vertikale Verteilung der Lumbriciden im Boden. Ztschr. Morphol. u. Ökologie d. Tiere, Bd. 41, 1953, S. 372—385.
- Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Analyse des Regenwurmbesatzes bei zoologischen Bodenuntersuchungen. Ztschr. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 68 (113) Bd., H. 1, 1955, S. 44—49.
- W. H., Wenn Regenwürmer singen. Schweizer Illustr. Ztg. Zofingen, Nr. 44, 24. Okt. 1955.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Albrecht Hase, Berlin-Dahlem, Archivstraße 15 b.

BÜCHERSCHAU

Grassé, P.-P. (Ed.), Mammifères. Les Ordres: Anatomie, Ethologie, Systématique. Traité de Zoologie Bd. XVII, in zwei Teilen. Teil I, 1170 S., 1094 Abb., Teil II, 1130 S., 1012 Abb. und 4 Farbtafeln. (Masson et Cie), Paris 1955. — Preis pro Teil brosch. fr. 11 000, geb. fr. 11 800.

Das seit 1948 in schneller Folge erscheinende französische Handbuch der Zoologie hat sich Dank der hervorragenden Leistung seines Herausgebers Pierre-P. Grassé bereits zahlreiche Freunde und Bewunderer erworben. Auch die vorliegende Bearbeitung des systematischen Teiles der Säugetiere reiht sich würdig in den Kreis der bisher erschienenen Bände des Handbuches ein. Wer selbst einmal redaktionelle Tätigkeiten zu verrichten hatte, wird am besten ermaßen können, welches immense Wissen und Geschick dazu gehört. Beiträge einer Vielzahl von Autoren zu einem einheitlichen Werk zu gestalten. Dies ist hier wieder ausgezeichnet gelungen.

Seit dem Erscheinen der letzten zusammenfassenden Bearbeitung der Säugetiere durch Max Weber in seiner bescheiden bezeichneten „Einführung“ in die Anatomie und Systematik der rezenten und fossilen Mammalia im Jahre 1928 sind fast 30 Jahre fruchtbarster Arbeit auf dem weiten Feld der Säugetierkunde vergangen. Es ist deshalb verständlich, wenn dieses Gebiet heute nicht mehr von einem Einzelnen übersehen und mit seinen vielgestaltigen Problemen dargestellt werden kann. So haben sich denn zur Bearbeitung der rezenten Säugetiere im vorliegenden Handbuch so hervorragende Spezialisten wie Ed. Bourdelle, F. Bourlière, P. L. Dekeyser, R. Ph. Dollfus, F. Frade, S. Frechkop, P.-P. Grassé, H. Heim de Balsac, G. Petit und H. Vallois zusammengefunden. Sie legen hier eine fast vollständige Darstellung aller mit der Systematik, Anatomie und Biologie der einzelnen Säugerordnungen zusammenhängenden Fragen vor. Nach einführenden Kapiteln über die Großeinteilung der Säugetiere, ihrer Abstammung und die mesozoischen Säuger werden die einzelnen Ordnungen monographisch abgehandelt. Fragen von allgemeiner Bedeutung werden in einleitenden Abschnitten besprochen. Ebenso wird mit den meisten Familien verfahren, denen bei Bedarf Beschreibungen der aller Gattungen gemeinsam zukommenden Lebenserscheinungen vorangestellt werden. Bei den anatomischen Darstellungen liegt der Ton auf einer funktionellen Betrachtung der Organe. Die von ihnen zu verrichtenden Aufgaben im Leben der Tiere geben Anlaß, bei besonders interessanten physiologischen Erscheinungen ausführlich auf diese einzugehen. So finden sich in dem Werk eigene Kapitel über die Fortpflanzungsverhältnisse bei den Schnabel- und Beuteltieren. Bei den Walen und Robben werden eingehend die Anpassungserscheinungen an das Leben im Wasser geschildert. Die Fledermäuse geben Anlaß, auf den Flug, die Erscheinung des Winterschlafes und die Orientierung durch Echolotpeilung einzugehen. Selbst den in vollem Fluß befindlichen Forschungen über die Massenvermehrung der Nager ist gedacht. Bei jeder Ordnung wird auf die Schilderung der Sexualbiologie ihrer Angehörigen Gewicht gelegt. Ebenso werden die vielgestaltigen Erdbauten von Kleinsäugetern mindestens im Bild

dargestellt. Die Bebilderung des Werkes ist auch sonst überaus reichhaltig. Habitusbilder von zum Teil hervorragender Qualität stellen Vertreter von fast drei Viertel der aufgeführten Gattungen anschaulich dar. Daneben führen Bilder von Skeletteilen und anatomischen Besonderheiten zahlreiche Details vor Augen. — Auch eingehende Hinweise auf die wirtschaftliche Bedeutung der Säugetiere finden ihren Ort.

Die Besprechung der fossilen Mammalia bis hinauf zu den fossilen Menschen folgt unmittelbar im Anschluß an die Darstellung der rezenten Vertreter jeder Ordnung bzw. Familie. Ihre Bearbeitung haben R. Lavocat, J. Piveteau, H. Vallois, R. Vaufrey und J. Viret übernommen. Auch hier wird nicht nur „Material“ geboten, sondern bei jeder sich bietenden Gelegenheit auf Fragen der Abstammung, der Entwicklung und Anpassung zum Teil sehr ausführlich eingegangen, so daß dem Leser auch in diesen Abschnitten ein abgerundetes Bild von dem derzeitigen Stand der Paläontologie der Säugetiere vermittelt wird. — Ein Verzeichnis der wichtigsten Literatur mit vollständigen Zitaten folgt jeder Ordnung. Lückenlosigkeit wird man hier nicht erwarten dürfen, jedoch vermißt Ref. manche beachtenswerte deutschsprachige Arbeit, die auch im vorausgehenden Text mit Nutzen hätte verwendet werden können. — Ein 65 Seiten starker Index, Druckfehlerberichtigungen und Ergänzungen finden sich am Ende des zweiten Teilbandes. — Das Buch sei jedem wärmstens empfohlen, der sich mit Fragen der Säugetierkunde welcher Richtung auch immer zu beschäftigen hat. Es wird lange Zeit ein maßgebender Berater auf diesem Arbeitsgebiet bleiben.

K. Becker

Schöll, S., Kopf- und Kleiderlaus als taxonomisches Problem. Parasitologische Schriftenreihe Heft 1, 58 S., 30 Abb. (Gustav Fischer Verlag) Jena, 1955. — Preis brosch. DM 5,70.

Die Veröffentlichung umfaßt das erste Heft einer neuen Schriftenreihe. Von dem Herausgeber ist dabei das Ziel gesteckt, „Publikationsmöglichkeit vornehmlich für größere, in sich abgerundete Arbeiten aus allen Kern- und Randgebieten der Parasitologie“ zu bieten. Demjenigen, der den Bezug von Zeitschriften und Schriftenreihen als Privatmann von seinem Gehalt bestritten muß, wird nicht zu verübeln sein, wenn er seinen Haushalt daraufhin prüft, ob er sich neben der „Zeitschrift für Parasitenkunde“ und etwa der „Zeitschrift für Angewandte Zoologie“ sowie etlichen anderen Fachorganen, nun auch noch eine „Parasitologische Schriftenreihe“ halten kann. Der Abonnementspreis für eine Schrift, darauf wird verlagsseitig hingewiesen, steht wiederum in Abhängigkeit von der Anzahl der bezahlenden Abnehmer. Je kleiner der Abnehmerkreis, desto höher die Kosten für ein Abonnement. Da die Gründer von Zeitschriften und Schriftenreihen naturgemäß in den Reihen der Fachkollegen selbst stehen, die sowohl zu den Produzenten als auch zu den Abnehmern gehören, stehen neben mannigfachen darunter auch kollegialen Erwägungen, die erwähnten wirtschaftlichen Gesichtspunkte heutigentags bei den allgemeinen Buchpreisen gewiß nicht im Hintergrund. Mithin gestaltet sich eine derartige publizistische Eröffnung zu einem besonders verantwortungsvollen und entscheidungsschweren Schritt, der einer Erklärung bedarf. Es ist daher sehr zu begrüßen, wenn die Herausgeber hier die Möglichkeit für die Veröffentlichung gerade von größeren Arbeiten, für die also in bestehenden Zeitschriften kein Platz ist, eröffnet sehen wollen. Dieser Gesichtspunkt, so streng wie möglich gefaßt, bietet gewiß viele Vorzüge. Weniger verständlich ist dann aber schon die als Heft 4 angekündigte Veröffentlichung mit etwa 32 Seiten Umfang,

á DM 3,20, also mit einem Seitenpreis von DM 0,10, denn sie ließe sich durchaus in bestehenden Zeitschriften aufnehmen. Wird die vorliegende Arbeit mit einem Umfang von 58 Seiten prüfend betrachtet, so zeigt sich weiterhin, daß allein durch zweckmäßige Änderung des Satzspiegels leicht Raumeinsparungen möglich gewesen wären. So sind z. B. S. 3 halb, S. 4 gar nicht und S. 15 nur mit 7 Zeilen bedruckt. Mindestens auf den Seiten 16, 17, 18, 25, 26, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56 und 57 ließe sich durch zweckmäßige raumsparende Maßstäbe der Zeichnungen bzw. Anordnungen der Schriftsätze sicher soviel raffen, daß auch diese Arbeit in einer der bestehenden Zeitschriften Platz gefunden hätte. Möge sich das Verständnis dafür behaupten, daß Neugründungen von Zeitschriften und Schriftenreihen gerade angesichts der Notlage, in der sich unsere Fachorgane vielfach befinden, nicht ohne weiteres beglückwünscht werden können. Mögen sich aber auch die aufgezeigten Mängel als Schwierigkeiten beim Beginn herausstellen und möge die „Parasitologische Schriftenreihe“ bei Wahrung strenger Maßstäbe ihrer Zielsetzung in Zukunft gerecht werden können. Mit der Arbeit selbst ist die Pediculidenforschung um sorgfältige und wertvolle morphologische Messungen bereichert worden.

Reichmuth (Berlin)

Werner Fischel, Die höheren Leistungen der Wirbeltiergehirne. 2. Aufl., 122 S., 44 Abb. (Joh. Ambr. Barth), Leipzig 1956. — Preis: Brosch. DM 6,—, geb. DM 7,20.

Gegenüber der ersten Auflage wurde die Anlage des Buches beibehalten. Den zum Teil erheblichen Fortschritten auf neurophysiologischem Gebiete der letzten Jahre gerecht werdend mußten einzelne Kapitel erweitert und präzisiert werden, wenn auch immer alles Beiwerk fortlassend, das Wesentliche herausgeschält wurde. Auf diese Weise entstand eine äußerst klare und durchsichtige Darstellung der bekanntermaßen sehr komplexen Beziehungen zwischen Verhaltensformen und ihren neurophysiologischen Korrelaten.

Vom Einfacheren zum Komplizierteren fortschreitend werden zunächst die Vorgänge im Gehirn der Reptilien dargestellt, dann die der Vögel und schließlich kommt ausführlich das Verhalten der Säuger zur Sprache. Immer wird versucht, die verschiedenen Verhaltensweisen der Tiere auf Hirnfunktionen zurückzuführen, d. h. es wird die Rolle des Wirbeltiergehirnes dargestellt, soweit es zur Auseinandersetzung des Tieres mit seiner Umwelt dient. Dabei kommt es Verf. besonders darauf an, auf die unterschiedlichen Hirnleistungen hinzuweisen, die bei gleichen Tätigkeiten mit Rücksicht auf die verschiedene Hirnstruktur bei den höheren Wirbeltierordnungen sehr verschieden sind. Das Buch stellt eine äußerst anregende Lektüre dar, die jedem Biologen, insbesondere aber dem Verhaltensforscher empfohlen sei.

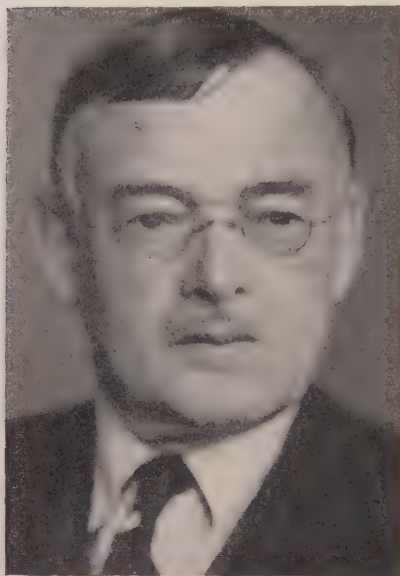
K. Becker

Besprechung vorbehalten

Brüggemann, J., Zucker, H., Die Erzeugung tierischer Lebensmittel. Etwa 160 S., zahlr. Abb. (Verlag Dr. Dietrich Steinkopff) Darmstadt — Preis: Etwa 20,— DM. (In Vorber.).

Guggisberg, C. A. W., Das Tierleben der Alpen. Vollst. Neubearb. des „Tierlebens der Alpenwelt“ v. F. v. Tschudi, in 2 Bänden. Bd. 1: Kleintiere, Fische, Lurche, Kriechtiere u. Vögel. 700 S., Zeichng. u. Kart., 75 Naturaufn., 9 Farbtaf. — Preis: DM 28,50; Bd. 2: Säugetiere, Sachregister 380 S., 44 Naturaufn., 7 Farbtaf. — Preis: DM 24,50 (Hallwag-Verlag) Bern, Stuttgart, Wien.

KLEINE MITTEILUNG



Patrick Alfred Buxton †

Im Alter von 63 Jahren ist am 13. Dezember 1955 in London der Parasitologe Professor P. A. Buxton verstorben, der seit 1926 Direktor der Entomologischen Abteilung an der London School of Hygiene and Tropical Medicine gewesen war. Buxtons Lebenswerk ist recht vielseitig, wird aber beherrscht von seinen Untersuchungen über Mikroklima und Massenwechsel parasitärer Insekten. Auf seinen Reisen in den Orient, in die Südsee, nach Afrika und Mittelamerika — überall erfaßte sein geschulter Blick die angewandt-entomologischen Schwerpunktfragen. Sein erstes Buch „Tierisches Leben in Wüsten“ zeigt ihn schon als Ökologen — der blieb er auch in seinen beiden Lebenswerken „The Louse“, dem führenden Werke über Kopf- und Kleiderlaus des Menschen, und „Die Naturgeschichte der Tsetsefliegen“ (erst wenige Monate vor seinem Tode erschienen). Buxton war eine durchaus eigenwillige Persönlichkeit — einst bat er einen Fachkollegen um Sonderdrucke, aber gleich mit der Einschränkung „bitte keine systematischen Arbeiten, systematische Arbeiten interessieren mich nicht“. Als Kritiker konnte er unangenehm werden — aber wer sich zu seinen Freunden zählen durfte, fand in ihm einen Menschen von großer Herzenswärme. Meinen Kindern ist er seit Jahren ein wohlvertrauter Begriff: selbst ebenfalls „mehrfacher Vater“ fügte er Literatursendungen an mich um die Weihnachtszeit herum ab und zu entzückende Tierbilderbücher bei.

Wd. Eichler (Kleinmachnow)

